

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой Ф
Т.А. Кулагина
инициалы, фамилия
«26» 06 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.01 - «Техносферная безопасность»
код и наименование специальности

Природоохранные мероприятия при производстве синтетического каучука
тема

Руководитель

И.В. Андруняк
подпись, дата

доцент, канд.т.н.,
должность, ученая степень

И.В. Андруняк
инициалы, фамилия

Выпускник

Е.В. Крохина
подпись, дата

Е.В. Крохина
инициалы, фамилия

Консультант
по нормативно-
правовой базе

С.В. Комонов
подпись, дата

С.В. Комонов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

С.В. Комонов
подпись, дата

С.В. Комонов
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Природоохранные мероприятия при производстве синтетического каучука» содержит 86 страниц, включает 7 таблиц, 20 литературных источников и 5 листов графического материала.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, АКРИЛОНИТРИЛ, БУТАДИЕН, СИСТЕМА ГАЗООЧИСТКИ, ПДК, РАССЕЙВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ.

Объект исследования – завод по производству каучука.

Цели работы:

- знакомство с общей структурой промышленного предприятия;
- оценка воздействия производства синтетического каучука на окружающую природную среду;
- расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу до и после предложенных мероприятий;
- разработка природоохранных мероприятий по снижению вредных выбросов в атмосферу;
- расчет предлагаемого оборудования.

В результате выполнения бакалаврской работы был подробно рассмотрен технологический процесс производства синтетического каучука, выявлены основные источники загрязнения атмосферы и их воздействие на организм человека, произведен расчет рассеивания загрязняющих веществ от одиночного источника по ОНД-86, а также расчет предлагаемого оборудования.

Расчет рассеивания до и после мероприятия показал, что на предприятии по производству синтетического каучука использовано оборудование для выпуска каучука, которое не удовлетворяет экологическим требованиям.

В связи с этим предприятию было предложено использовать абсорбционно-биохимическую очистку газа.

При данном способе максимально снижаются выбросы в атмосферу, что подтверждено расчетом рассеивания после мероприятий.

АННОТАЦИЯ
к выпускной квалификационной работе
на тему: Природоохранные мероприятия при производстве синтетического
каучука

Бакалаврская выполнена на 86 страницах, включает 7 таблиц, 20 литературных источников и 5 листов графического материала.

Объектом исследования является завод по производству синтетического каучука.

Целью исследования является модернизация системы газоочистки цеха 96 предприятия по производству синтетического каучука.

В бакалаврскую работу входит введение, семь глав, итоговое заключение по работе.

Во введении раскрывается актуальность выпускной квалификационной работы по выбранному направлению, определяется проблема, ставится цель и задачи.

В первой главе дана характеристика предприятия.

Во второй главе рассмотрено назначение синтетического каучука, а так же дана характеристика и сырья и материалов применяемых при производстве каучука на предприятии.

В третьей главе описан технологический процесс производства каучука в цехах на предприятии по производству синтетического каучука.

В четвертой главе произведен расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по методике ОНД-86. Подробно рассмотрены источники загрязнения и их воздействие, а также влияние вредных выбросов на организм человека.

В пятой главе рассмотрен предлагаемый абсорбционно-биохимической метод очистки газов и произведен расчет данной установки очистки газов.

В шестой главе рассмотрен и выполнен расчет при применении предлагаемой абсорбционно-биохимической установки.

В седьмой главе представлена нормативно - правовая база.

В заключении сформулированы выводы по выпускной квалификационной работе.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись
«30»

Т.А. Кулагина
инициалы, фамилия

05 2017 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Крохиной Елене Владимировне

Группа ЗФЭ 12-03Б Направление (специальность) 20.03.01

«Техносферная безопасность»

Тема выпускной квалификационной работы Природоохранные мероприятия при производстве синтетического каучука.

Утверждена приказом по университету: № 1772/с от 13.02 2017г.

Руководитель ВКР: И.В. Андруняк, доцент, кандидат технических наук,
СФУ

Исходные данные для ВКР: нормативная документация; том ПДВ предприятия; учебная литература; справочная литература.

Перечень разделов ВКР: общие сведения о предприятии; сырье и материалы; описание технологического процесса производства синтетического каучука; расчет рассеивания от организованных источников

выброса (до мероприятия); мероприятие по снижению выбросов вредных компонентов; расчет рассеивания от организованных источников выброса (после мероприятия); нормативно-правовое обоснование.

Перечень графического материала:

Лист 1- Карта-схема завода по производству синтетического каучука;

Лист 2 - Технологическая схема производства бутадиен-нитрильного каучука;

Лист 3 - Таблица «Расчет загрязнения атмосферного воздуха источниками выброса вредных веществ (до мероприятия)»;

Лист 4 - Технологическая схема АБУ;

Лист 5 - Таблица «Расчет загрязнения атмосферного воздуха источниками выброса вредных веществ (после мероприятия)».

Руководитель ВКР


Подпись

И.В. Андруняк
инициалы, фамилия

Задание приняла к
исполнению


Подпись

Е.В. Крохина
инициалы, фамилия

« 26 » ИЮНЯ 2017 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения ВКР**

Наименование и содержание этапа	Срок выполнения
Сбор и анализ исходной документации и литературы	05.06.2017 – 08.06.2017
Постановка основной задачи, освоение расчетных методик и программ	09.06.2017 – 11.06.2017
Выполнение расчетов, технико-экономических показателей, оформление результатов, составление выводов	12.06.2017 – 19.06.2017
Графическое оформление чертежей	20.06.2017 – 25.06.2017
Работа над нормативно-правовой базой, оформление расчетно-пояснительной записки	26.06.2017 – 28.06.2017
Оформление прочей документации	29.06.2017 – 30.06.2017

«28» ИЮНЯ 2017 г.

Руководитель ВКР


(подпись)

И.В. Андруняк

Задание принял к исполнению


(подпись, инициалы и фамилия студента)

Е.В. Крохина

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Общие сведения о предприятии.....	9
1.1 Краткая характеристика предприятия.....	9
1.2 Климатические характеристики района размещения предприятия.....	10
2 Сырье и материалы.....	12
3 Описание технологического процесса производства синтетического каучука.....	14
3.1 Цех 1-2 – прием, хранение нитрила акриловой кислоты.....	14
3.2 Цех 8в – отделение приготовления растворов.....	16
3.3 Цех 8в – отделение полимеризации.....	20
3.4 Цех 7 – компримирование и конденсация бутадиен-возврата.....	24
3.5 Цех 9б – приготовление партий латекса.....	25
4 Расчет рассеивания от организованных источников выброса (до мероприятия).....	30
5 Мероприятие по снижению выбросов вредных компонентов.....	59
5.1 Абсорбционно-биохимическая очистка газа.....	59
5.2 Расчет абсорбера.....	63
6 Расчет рассеивания от организованных источников выброса (после мероприятия).....	71
7 Нормативно-правовое обоснование.....	75
Заключение.....	82
Список использованных источников.....	84

ВВЕДЕНИЕ

Рассматриваемое предприятие по производству синтетического каучука относится к предприятиям производства химии органического синтеза и полимеров. Предприятие специализируется на производстве синтетических каучуков различных марок. Основной продукции является бутадиен-нитрильный каучук различных видов.

Бутадиен-нитрильный каучук применяется в производстве специальных рабочих перчаток, строительных клеев (адгезивов), маслостойких покрытий, конвейерных лент, тормозных накладок, автомобильных прокладок. Основными потребителями являются производители резинотехнических изделий для работы в масляных средах, диафрагмы маслостойких прокладок. Производители прессованных изделий, обуви, подошвы, также данный вид каучука используют в своем производстве изготовители пластиков и клеев.

Несмотря на всю полезность выпускаемой продукции, данное предприятие является источником загрязнения атмосферы. Выбрасываемые компоненты являются токсичными и негативно воздействуют на окружающую природную среду и организм человека. Например, акрилонитрил является сильнодействующим ядовитым веществом. Вызывают раздражение кожи и слизистых оболочек пары нитрилакриловой кислоты. Акрилонитрил опасен при вдыхании, при приеме внутрь – летальный исход.

Чтобы избежать негативных последствий, предприятию необходимо проводить инвентаризацию загрязняющих вредных веществ и предпринимать меры по их снижению.

Целью данной работы является снижение вредных компонентов от предприятия по изготовлению синтетического каучука. Данная тема является актуальной, так как в данном населенном пункте на протяжении нескольких лет сохраняется крайне неблагоприятная экологическая обстановка. Есть необходимость предпринимать меры по улучшению состояния окружающей природной среды города.

1 Общие сведения о предприятии

1.1 Краткая характеристика предприятия

Рассматриваемое в настоящей работе предприятие, специализируется на производстве высококачественных бутадиен-нитрильных каучуков.

Предприятие расположено на юго-восточной части города, на правом берегу реки.

Производственные мощности предприятия расположены на двух промышленных площадках, расположенных рядом. На первой расположены цеха основного и вспомогательного производства, на второй цех по производству сжатого азота, используемого в процессе перекачки бутадиена и акрилонитрила из железнодорожных цистерн в ёмкости хранения, и кислорода. Промышленные площадки предприятия образуют одну площадку источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Общая площадь основной промышленной площадки предприятия в границах ограждения составляет 35 га. Площадь застройки 10,44 га. Подъездной железнодорожный путь примыкает к станции ОАО «РЖД». Рельеф промышленной площадки представляет собой ровную поверхность с незначительным повышением на юго-востоке, абсолютные отметки составляют в среднем 139-141 м.

С южной стороны проходит транссибирская железнодорожная магистраль (200 м), за которой располагается завод резиновых технических изделий (350 м).

С восточной стороны территория основной промышленной площадки ограничена автомобильной дорогой, далее расположена промышленная зона района ТЭЦ, на которой расположена площадка завода по производству сжатого азота и другие предприятия.

С северной стороны к предприятию вплотную примыкает временный оптово-розничный рынок. Далее, в северном направлении на расстоянии 100 м

проходит автомагистраль, за которой расположены торговый центр на расстоянии 150 м, с примыкающими к нему торговыми павильонами (170 м), столовая (200 м), спортивно-оздоровительный комплекс (500 м).

Северо-западнее территории рассматриваемого предприятия, на расстоянии 1650 м располагается химический комбинат и его дочерние предприятия.

Технология производства бутадиен-нитрильных каучуков приведена в пункте 2.

1.2 Климатические характеристики района размещения предприятия

Климатические характеристики - средняя летняя температура составляет 22°C, средняя зимняя - 15°C, среднегодовая скорость ветра – 2,8 м/с, а максимальная – 28 м/с. Преобладающее направление ветра – юго-западное по 8-ми румбовой розе ветров. Сумма осадков за год составляет 454 мм, а среднегодовая температура почвы составляет 1 С. Климат суровый, резко континентальный. Зима более мягкая, чем на севере, начинается в конце октября - начале ноября и продолжается 5-5,5 месяцев. На территории региона выделяют климатические пояса умеренных широт. Туманы характерны в осеннее и весеннее время года, когда наблюдается повышенная влажность из-за выпадения осадков, в виде снега или дождя, и таяния снега.

Город характеризуется неблагоприятными метеорологическими условиями, способствующими накоплению токсичных примесей в атмосфере, определяющими уровень ее загрязнения и влияющими на ее рассеивающую способность. Опасность сильного загрязнения воздуха возрастает, когда малые скорости ветра сочетаются с приземной инверсией, т.е. ослабленный горизонтальный перенос воздуха дополняется отсутствием конвективного и турбулентного перемешивания. В условиях населенного пункта низкие скорости ветра (до 2 м/с) сопровождаются образованием приземных инверсий в среднем в 38% случаев. При этом происходит возрастание концентраций

загрязняющих веществ от низких источников: автотранспорта, печей жилищно-коммунального сектора и др. (азота, оксиды углерода, серы, углеводороды).

Весной и осенью характер погоды неустойчив, в данные периоды преобладает вторжение циклонов и с ними фронтов с запада и юга, которые приносят обложные осадки и пасмурную погоду.

В течение года по району преобладают ветры западного направления, наибольшая повторяемость которых приходится на весну и осень и составляет 63-66%. Наименьшую повторяемость имеют ветры юго-восточного и северного направлений, составляют 2-5%. Годовое количество штилей составляет, в среднем – 22.

После создания водохранилища число туманов в городе увеличилось в 3 раза, поскольку река в районе населенного пункта не замерзает; туманы интенсивно образуются зимой при штилях и температурах ниже -28°C .

Температура воздуха. Среднегодовая температура воздуха равна $+0,7^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодный месяц – январь, среднемесячная температура воздуха равна минус $16,5^{\circ}\text{C}$, в отдельные годы она достигала минус $28,7^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум температуры составляет минус 53°C . Число дней в году с температурой ниже 0°C колеблется от 153 до 227.

Самый жаркий месяц – июль, среднемесячная величина температуры воздуха равна $18,5^{\circ}\text{C}$, в отдельные годы она достигала $22,9^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум составил $36,0^{\circ}\text{C}$. Средняя месячная температура июня достигала $14-19^{\circ}\text{C}$ в 2002 году. Число дней в году с температурой выше 15°C колеблется от 50 до 90.

Средняя суточная амплитуда колебаний температуры воздуха наименьшее значение имеет с октября по февраль ($2-4^{\circ}\text{C}$), начиная с марта, вследствие дневного прогрева она возрастает до $6-7^{\circ}\text{C}$.

Наибольшего значения она достигает в июне-июле (8°C), в августе, сентябре вновь уменьшается до $6-7^{\circ}\text{C}$. В среднем за год в населенном пункте наблюдается 22 дня с туманом, наибольшее число дней с туманами составляет 52 дня. Продолжительность туманов изменяется в пределах $0,6-17,6$ часов.

2 Сырьё и материалы

Бутадиен-нитрильные каучуки (БНК) являются продуктом полимеризации бутадиена и нитрила акриловой кислоты в водной эмульсии с последующим выделением полимера водным раствором электролита.

Основными потребителями каучука, вырабатываемого предприятием, являются производители асбестотехнических и резинотехнических изделий, кабельной продукции. В зависимости от содержания в каучуках связанного нитрила акриловой кислоты каучуки БНК подразделяются на каучуки с низким (15-20 %), средним (17-20; 27-30; 31-34 %) и высоким (36-40 %) содержанием нитрила акриловой кислоты. Маслостойкость и прочность каучука увеличивается с увеличением в них содержания нитрил акриловой кислоты, но параллельно снижается морозостойкость [6].

Сырьё и материалы:

1. бутадиен – является основным мономером для полимеризации,
2. нитрил акриловая кислота (акрилонитрил) – дополнительный мономер,
3. умягченная вода – является дисперсной средой для проведения процесса полимеризации,
4. синтетические жирные кислоты (СЖК) и ЖК растительного происхождения является исходящим материалом для получения эмульгатора,
5. едкое кали – является материалом для получения эмульгатора, парафинат калия – эмульгатор, используемый в процессе сополимеризации для регулирования вязкости суспензии каучука в воде, триэтаноламин – активатор процесса полимеризации,
6. персульфат калия – инициатор процесса полимеризации, третичный додецилмеркаптан – регулятор величины молекулярной массы полимера,
7. диспергатор НФ (лейканол) – стабилизатор эмульсии полимера,
8. деметилдитиокарбанат натрия – прерыватель процесса полимери

-зации,

9. ионол (агидол-1) – антиоксидант, используемый для защиты полимера от воздействия кислорода и излучения,

10. хлористый кальций – электролит, используется для коагуляции (выделения) каучука из эмульсии,

11. аммиак – материал участвует в производстве холода.

Электроэнергия.

Завод запитан независимыми вводами напряжением 6 KV от ТЭЦ и ГПП. Действует схема аварийного включения резерва.

Пар.

Перегретый пар с давлением до 7 атм. подается по двум паропроводам от ТЭЦ. Используется для процессов дегазации латекса, сушки каучука и разогрева вязких продуктов в железнодорожных цистернах.

Вода.

Промышленная вода, используется в целях охлаждения, подается от собственной насосной станции.

Холод.

Холодильный цех производит холод с использованием аммиачных компрессоров и хлорида кальция в качестве хладоносителя [6].

3 Описание технологического процесса производства синтетического каучука

3.1 Цех 1-2 - прием, хранение нитрила акриловой кислоты

Нитрил акриловой кислоты (НАК) поступает в цех в железнодорожных цистернах. Доставка осуществляется в цистернах закрытого типа. Слив производится сжатым азотом на сливно-наливной эстакаде в ёмкости для хранения компонентов. Передача в цех 2б на приготовление мономерной фазы (шихты) производится насосами.

Жирные кислоты, калиевая щелочь, лейканол и концентрированный триэтаноламин (ТЭА) поступают на завод в железнодорожных цистернах и сливаются в цехе 11б-13б, хлористый кальций, ДДК поступают в вагон-контейнерах в промышленном виде.

Цех 2б. Прием, хранение бутадиена, бутадиена-возврата, прием НАК-ректификата.

Привозной бутадиен поступает на сливно-наливную эстакаду цеха 2б в ёмкости для хранения. Из ёмкостей бутадиен насосом непрерывно подается в цех 5 на ректификацию от ингибитора. Очистка бутадиена от ингибитора осуществляется на ректификационной колонне №37 цеха 5. Бутадиен из цеха 2б насосом подается в верхнюю часть ректификационной колонны. Обогрев ректификационной колонны производится паром, подаваемым в межтрубное пространство выносного кипятильника. Пары бутадиена из кипятильника поступают в куб ректификационной колонны и, поднимаясь вверх по колонне, отдают свое тепло жидкости, находящейся в тарелках. Из верхней части колонны пары бутадиена поступают в дефлегматоры. Сконденсировавшийся бутадиен-ректификат из дефлегматоров сливаются в сборник, из которого насосом возвращается в цех 2б. Кубовые остатки ректификации бутадиена из ректификационной колонны по мере накопления отбираются периодически из нижней линии циркуляционного трубопровода кипятильника в аппарат для кубовых остатков.

По мере накопления кубовых остатков в аппарате производят их отпарку от бутадиена паром, периодически подаваемым в змеевик аппарата. При этом газовая фаза из аппарата направляется на установку улавливания. Отпаренные кубовые остатки азотом передавливаются в автоцистерну, перевозятся в цех 2б, в ёмкость для дальнейшей отправки на утилизацию. Далее газовые отдувки из дефлегматоров поступают в теплообменник. Сконденсировавшийся бутадие-ен из нижней части теплообменника сливается в сборник, из которого периодически откачивается в цех 2б. Бутадие-н-ректификат из цеха 5 поступает в ёмко-сти для хранения бутадие-н-ректификата цеха 2б. Стравливание газов из ёмко-стей при сливе из железнодорожной цистерны и при приеме бутадие-на из цеха 5 осуществляется на установку улавливания бутадие-на цеха 5.

Газы стравливания и газовые отдувки из цеха 2б и цеха 7 поступают по отдельным трубопроводам в отделение улавливания бутадие-на цеха 5.

Сконденсировавшийся в конденсаторах бутадие-н-возврат сливается в сборник. Не сконденсировавшиеся газы стравливания из конденсаторов направляются в куб колонны на абсорбцию. Процесс абсорбции бутадие-на из газов стравливания производится бензином в насадочной колонне.

Охлажденный бензин из теплообменников поступает в верхнюю часть абсорбционной колонны, проходя сверху вниз, насыщается бутадие-ном из газов стравливания, идущих противотоком. Бензин, насыщенный бутадие-ном, из ку-ба абсорбционной колонны подается насосом в верхнюю часть десорбционной колонны. Бензин стекает по насадке в кубовую часть колонны и десорбируется. Десорбированный бензин из куба насадочной колонны поступает в межтрубное пространство теплообменника, где охлаждается за счет десорбированного бен-зина, затем поступает в межтрубное пространство другого теплообменника, ко-торый охлаждается рассолом, подаваемым в трубное пространство аппарата, и затем сливается в аппарат для хранения десорбированного бензина. Не абсор-бировавшиеся газы из верхней части абсорбционной колонны направляются в конденсатор, охлаждаемый рассолом, или, минуя его, через каплеотбойник направляется в атмосферу по общей системе отдувок. Конденсат сливается в

аппарат для хранения десорбированного бензина. Газовые отдувки из аппарата для хранения десорбированного бензина через каплеотбойник направляются в атмосферу.

Пары углеводородов из верхней части насадочной колонны поступают в конденсатор для конденсации, которая осуществляется за счет подачи пром воды в трубное пространство конденсатора. Конденсат направляется в сборник. Из него жидкий бутadiен периодически по мере накопления подается насосом в ректификационную колонну для очистки от тяжелого остатка или в трубопровод бутadiена-возврата из цеха 7 в цех 2б. Не сконденсировавшиеся газы из конденсатора направляются в следующий конденсатор, охлаждаемый рассолом, или, минуя его, поступают по трубопровод в буфер компрессорного отделения цеха 7. Жидкий бутadiен из конденсаторов сливается в сборник.

Приготовление шихты осуществляется в цехе 2б непрерывно в потоке. При выпуске бутadiен-нитрильных каучуков нитрил акриловой кислоты (НАК) из ёмкостей для хранения НАК и бутadiен из ёмкостей для хранения бутadiена насосами подаются в трубопровод всасывания смесительного насоса. Далее шихта этим же насосом подается в цех 8в на полимеризацию [6, 20].

3.2 Цех 8в - отделение приготовления растворов

В отделении приготовления растворов выполняются следующие технологические операции.

1. Прием и хранение эмульгаторов.

Растворы эмульгаторов (парафинат калия, алкилсульфоната натрия) периодически поступают по трубопроводу из цеха 11б в аппараты для хранения.

2. Прием концентрированного раствора калиевой (натриевой) щелочи и приготовление его слабого раствора.

Концентрированный раствор калиевой (натриевой) щелочи поступает периодически из цеха 11б. В аппарате для приготовления и хранения слабого раствора щелочи приготавливается раствор щелочи с концентрацией 10-20%. Для

этого из цеха 11а в аппарат подается расчетное количество умягченной воды, из аппарата для хранения концентрированной щелочи сливается расчетное количество концентрированной щелочи, после чего ведется перемешивание растворов насосом в течение не менее одного часа. Слабый раствор щелочи из аппарата насосом периодически подается:

- в дозер, из которого щелочь сливается в аппарат для приготовления партий водной фазы в аппарат для приготовления раствора персульфата калия, раствора хлористого калия и в аппарат для приготовления раствора трилона Б.

Из аппарата для приготовления и хранения слабого раствора щелочи слабый раствор щелочи откачивается насосом в мерник отделения полимеризации, откуда сливается в аппарат для приготовления раствора гидрохинон.

3. Приготовление раствора хлористого калия.

Хлористый калий – компонент водной фазы, электролит, регулирует размеры латексных частиц в производстве каучуков БНКС, СКН, влияет на вязкость и устойчивость латекса. Для этого в аппарат для приготовления и хранения раствора хлористого калия подается расчетное количество умягченной воды из цеха 11а, через люк загружается расчетное количество порошка или гранул хлористого калия. Приготовление раствора ведется при перемешивании не менее одного часа.

После этого для осаждения ионов кальция, магния в аппарат загружается расчетное количество кальцинированной соды и сливается из дозера расчетное количество калиевой щелочи.

Раствор перемешивается в течении двух часов, отстаивается не мене двух часов, нижний слой (осадок гидроокиси магния и углекислого кальция) сливается до прозрачного раствора в хим. загрязненную канализацию и затем отбирается проба на анализ.

4. Приготовление раствора диспергатора НФ.

Диспергатор НФ (лейканол) является стабилизатором латексных частиц, влияет на механическую и термическую устойчивость латекса.

Концентрированный лейканол принимается из цеха 11б по трубопроводу в аппарат для хранения концентрированного лейканола.

10-20%-ный водный раствор лейканола готовится в аппарате для приготовления водного раствора лейканола, для чего в аппарат принимается расчетное количество умягченной воды из цеха 11а, из аппарата для хранения концентрированного лейканола принимается расчетное количество диспергатора, после чего ведется перемешивание раствора не менее двух часов и отбирается проба на анализ.

Кондиционный раствор диспергатора передается периодически насосом через фильтр в мерник, из которого дозируется в аппарат для приготовления партий водной фазы и в аппараты для приготовления суспензии антиоксиданта.

5. Приготовление раствора тринатрийфосфата.

Тринатрийфосфат используется в рецепте водной фазы высокотемпературной полимеризации как буфер для создания оптимальной щелочной среды при реакции полимеризации.

Водный раствор тринатрийфосфата готовится в аппарате для приготовления и хранения тринатрийфосфата периодический с концентрацией 2-10%. В аппарат подается расчетное количество умягченной воды из цеха 11а, включается мешалка, затем через люк засыпается расчетное количество тринатрийфосфата. После перемешивания в течение не менее двух часов мешалку включают и берут пробу на анализ.

6. Приготовление водного раствора стоппера.

В качестве стоппера (прерывателя) процесса полимеризации используется водный раствор диметилдитиокарбамата натрия (ДДК).

Кристаллический ДДК с массовой долей 75% поступает со склада химикатов в МКР, концентрированный раствор ДДК готовится в аппарате с массовой долей 20-45%. Приготовление разбавленного водного раствора стоппера осуществляется в одном из аппаратов для приготовления ДДК. В аппарат из цеха 11а принимается расчетное количество умягченной воды, затем из аппарата для хранения сливается заданное количество ДДК. На аппарате включается мешалка и производится перемешивание раствора не менее одного часа.

Готовый раствор насосом через фильтр непрерывно подается на выход в

фильтры отделений полимеризации.

7. Приготовление раствора инициатора и активатора процесса полимеризации.

В процессе высокотемпературной полимеризации используется инициирующая система персульфат калия – триэтаноламин. Персульфат калия является инициатором реакции полимеризации и дозируется отдельно, триэтаноламин является активатором распада персульфата калия на радикалы и подается на полимеризацию в составе водной фазы.

8. Приготовление раствора персульфата калия.

Раствор персульфата калия готовится периодически в аппарате для приготовления. В аппарат подается расчетное количество умягченной воды из цеха 11а, включается мешалка, затем через люк загружается расчетное количество персульфата калия, заливается в течение одного часа. Готовый раствор персульфата калия через фильтры насосами непрерывно подается в линии нагнетания смесительных насосов на 3, 4, 5 батареи полимеризации или в мерники отделения полимеризации.

9. Приготовление раствора триэтаноламина.

Концентрированный триэтаноламин (ТЭА) поступает из цеха 1-2 по трубопроводу в один из аппаратов для хранения. В аппарат для приготовления раствора триэтаноламина подается расчетное количество умягченной воды, включается мешалка и заливается расчетное количество концентрированного ТЭА. Раствор перемешивается в течение не менее одного часа. Готовый раствор ТЭА откачивается насосом через фильтр в мерник, откуда дозируется в аппарат для приготовления водной фазы.

10. Приготовление водной фазы.

Водная фаза является дисперсионной средой в процессе эмульсионной полимеризации. В аппараты для приготовления водной фазы, снабженных мешалками и змеевиками, подается пар. Для процесса полимеризации в аппарат подают часть расчетного количества умягченной воды из цеха 11а, затем при работающей мешалке подают расчетные количества растворов: эмульгатора

раствора хлористого калия из диспергатора, раствора триэтаноламина, раствора тринатрийфосфата, раствора щелочи, после чего закачивается оставшаяся часть умягченной воды. По окончании слива всех компонентов водная фаза перемешивается в течение не менее двух часов, затем отстаивается не менее двух часов, после чего производится слив нижнего слоя до прозрачного с целью освобождения от ионов железа. Кондиционная водная фаза через фильтры насосом подается на сработку в отделение полимеризации в трубопровод всасывания смесительных насосов. В процессе работы отделения приготовления растворов цеха 8в вредных веществ в атмосферу не выделяется [6, 20].

3.3 Цех 8в - отделение полимеризации

В отделение полимеризации выполняются следующие процессы:

1. Приготовление суспензии антиоксиданта.

Суспензия антиоксиданта (ионола, П-23, агидола-2) используется в цехе 9б для заправки латекса антиоксидантом перед коагуляцией латекса. Аппарат для приготовления суспензии антиоксиданта заполняется водой, принимается расчетное количество эмульгатора, расчетное количество диспергатора, включается мешалка. После перемешивания через люк загружается расчетное количество антиоксиданта. Перемешивание ведется в течение не менее двух часов. Готовую суспензию один раз перекачивают насосом через гидрогенератор из одного аппарата в другой, в котором она и хранится при постоянном перемешивании.

Готовая суспензия, прошедшая через гидрогенератор, подается насосами в трубопровод всасывания латексных насосов и далее в цех 9б.

2. Сополимеризация.

Сополимеризация бутадиена с нитрилом акриловой кислоты осуществляется в водной эмульсии с использованием иницилирующей системы: персульфат калия – триэтаноламин. Процесс совместной полимеризации бутадиена и НАК осуществляется непрерывным способом в полимеризаторах № 105/1-12 на

3, 4 батареях полимеризации и в полимеризаторах № 105/1-20 5 батареи полимеризации.

Все полимеризаторы оборудованы мешалками, внутренними змеевиками и рубашками, в которые подается хладагент (рассол или промышленная вода). Все полимеризаторы в каждой из батарей связаны между собой тремя трубопроводами латекса: рабочим, резервным и вспомогательным.

Процесс полимеризации на 3, 4, 5 батареях полимеризации проводится для получения алкилсульфонатных и парафинатных каучуков с различным содержанием связанного НАК с использованием иницирующей системы персульфат калия – триэтаноламин при средней температуре полимеризации 28 – 32 °С.

Водная фаза из аппарата для приготовления водной фазы отделения растворов через фильтр насосом и мономерная фаза (шихта) из цеха 2б непрерывно подаются в трубопровод всасывания смесительных насосов. В трубопровод эмульсии на нагнетании смесительных насосов непрерывно подается раствор инициатора - персульфата калия. Эмульсия после смесительного насоса непрерывно поступает в первый по ходу процесса полимеризатор.

В рубашки полимеризаторов в качестве хладагента из цеха 18а подается рассол с температурой минус 13 + 0°С. Обратный рассол после полимеризаторов направляется по трубопроводу в цех 18а. Для получения каучука определенной вязкости по муни (жесткости по Дефо) осуществляется регулирование молекулярной массы (ММ) и молекулярно-массового распределения (ММР) полимера с помощью регулятора ММ и ММР – концентрированного третичного додецилмеркаптана (ТДМ).

На каждой батарее в трубопровод латекса последнего по ходу процесса полимеризатора непрерывно из отделения растворов подается раствор стоппера ДДК натрия. Латекс, заправленный стоппером, направляется через фильтр на отгонный агрегат в колонну для отгонки незаполимеризовавшихся мономеров.

3. Дегазация латекса.

Процесс дегазации (отгонки незаполимеризовавшихся мономеров) нитрильного латекса осуществляется непрерывным способом в три стадии. Содер-

жание свободных мономеров в латексе после отгонки не должно превышать допустимых норм: бутадиена – не более 0,0009%, НАК – не более 0,1%.

Первая стадия – предварительная дегазация латекса на прямоточной колонне «А» при давлении не более 2,0 кгс/см² (0,2 МПа) и температуре куба 20+60°С, где происходит в основном отгонка бутадиена.

Вторая стадия – дегазация латекса в аппарате «Б» при вакууме 200-600 мм рт. ст. без подачи пара, где отгоняется оставшийся бутадиен.

Третья стадия – дегазация в прямоточной колонне «В» при вакууме куба 300-620 мм рт. ст. и температуре куба 75-95°С, где из латекса удаляется НАК.

При выпуске бутадиен-нитрильных каучуков недегазированный латекс из последнего по ходу процесса полимеризатора через фильтр поступает на колонну предварительной дегазации «А». Латекс и увлажненный водяной пар подаются одновременно в верхнюю часть колонны. Колонна «А» тарельчатого типа, оборудована тремя пакетами, в каждом из которых имеется по четыре диска и четыре кольца. Проходя по тарелкам сверху вниз, пар и латекс хорошо перемешиваются, при этом происходит частичная отгонка НАК и почти полная отгонка бутадиена.

Частично дегазированный латекс из куба колонны «А» самотеком через гидрозатвор поступает в горизонтальный аппарат «Б», находящийся под вакуумом. Латекс, стекая вниз по лоткам, установленный в аппарате, отгоняется от оставшегося бутадиена.

Отогнанные пары бутадиена и НАК после колонны «А» направляются в каплеотбойник, где частички увлеченного латекса отделяются от газа за счет действия центробежной силы и поступают в трубопровод слива в аппарат «Б», а пары направляются в конденсатор, охлаждаемый промышленной водой, для конденсации паров НАК. Из конденсаторов пары бутадиена поступают в трубопровод нагнетания вакуум-насосов, а конденсат направляется в аппарат «Б».

Пары бутадиена из аппарата «Б» поступают в каплеотбойник далее на конденсаторы. В конденсаторах пары НАК конденсируются и через гидрозатвор сливаются в сборник нитрильной воды; пары бута-1,3-диена через каплео-

тбойник и ресивер поступают в трубопровод всасывания вакуум-насосов. Латекс из аппарата «Б» насосом подается в верхнюю часть колонны вакуумной дегазации «В», туда же подается увлажненный водяной пар. Колонна «В» тарельчатого типа, оборудована тремя пакетами, в каждом из которых имеется по 4 диска и 4 кольца. Проходя по тарелкам сверху вниз, пар и латекс хорошо перемешиваются, при этом НАК полностью отгоняется из латекса. Дегазированный латекс из куба колонны «В» через гидрозатвор самотеком поступает в аппарат для сбора дегазированного латекса, откуда насосом через фильтр откачивается в аппараты цеха 9б.

4. Отмывка бутадиен-газа от НАК.

Бутадиен-газ после отгонных колонн с помощью вакуум-насосов под давлением не более $0,7 \text{ кгс/см}^2$ ($0,07 \text{ МПа}$) поступает в нижнюю часть колонны вакуумной дегазации для отмывки от НАК. Колонна заполнена кольцами Рашига. Внизу на колосниковой решетке выставлены вертикально в шахматном порядке в 3-4 ряда кольца Рашига размером $50 \times 50 \text{ мм}$, затем россыпью лежат кольца Рашига размеров $25 \times 25 \text{ мм}$, высота насадки – 8250 мм .

Отмывка производится промышленной водой, подаваемой в верхнюю часть колонны противотоком к потоку газа через фильтр. Проходя насадку, орошаемую водой, пары бутадиена отмываются от НАК и из верхней части колонны направляются через каплеотбойник по газоходу в цех 7 на копримирование. Нитрильная вода из куба колонны поступает в аппарат для сбора нитрильной воды. Уровень в кубе колонны поддерживается при помощи гидрозатвора, установленного на трубопроводе слива нитрильной воды в аппарат для сбора нитрильной воды.

5. Отгонка (регенерация) НАК из нитрильной воды.

В цехе 8в нитрильная вода поступает в аппарат для сбора нитрильной воды из конденсаторов, каплеотбойник, гидрозатвор, нижних слоев отстойников, а также периодически из цеха 7.

Регенерация НАК из нитрильной воды производится на колонне регенерации с помощью острого водяного пара при температуре куба $80 \div 107^\circ \text{C}$ и дав-

лении минут $0,1 \div 1,0$ кг/см² (минус $0,01 \div 0,1$ МПа). Нитрильная вода подается насосом в верхнюю часть колонны регенерации. В нижнюю часть колонны через барботер-распределитель подается острый пар.

Отходящие из верхней части колонны пары азетропа НАК и воды поступают последовательно на конденсаторы, охлаждаемые промышленной водой. Конденсат из конденсаторов сливается в разделительные сосуды, где происходит расслаивание воды и НАК. Нижний слой – нитрильная вода – сливается в аппарат для сбора нитрильной воды, а верхний слой – НАК-регенерат – сливается в отстойник НАК-регенерата.

Верхний слой – НАК-регенерат – из отстойника НАК-регенерата направляется в аппарат для хранения НАК-регенерата. Нижний слой – нитрильная вода – из отстойника НАК-регенерата периодически сливается в аппарат для сбора нитрильной воды, для дальнейшей переработки. Нижний слой из аппарата для хранения НАК-регенерата после отстоя в течение (не менее двух часов) откачивается насосом также в аппарат для сбора нитрильной воды. НАК-регенерат после отстоя периодически откачивается насосом в отделение полимеризации на подпитку шихты. Фузельная вода из куба колонны регенерации сливается в канализацию через гидрозатвор. Для охлаждения фузельной воды в трубопровод до гидрозатвора подается вода. Температура поступающей в канализацию фузельной воды не должна превышать 40°С [6, 20].

3.4 Цех 7 - компримирование и конденсация бутадиен-возврата

Газообразный бутадиен-возврат из цеха 8в и отдувки из цеха 5 поступают в каплеотбойник цеха 7, где отделяются капельки жидкости. Из каплеотбойника бутадиен-газ с давлением $0,02 \div 0,3$ кгс/см² направляется в трубопровод всасывания двухступенчатого поршневого компрессора, оборудованного межступенчатым холодильником и маслоотделителем. Бутадиен, пройдя сжатие на 1-ой ступени и охлаждение в межступенчатом холодильнике, при давлении не более 2,0 кгс/см² и температуре $30 \div 65$ °С поступает на вторую ступень. После сжатии

на второй ступени бутадиен через маслоотделитель при давлении $2,0 \div 6,0$ кг/см² и температуре 45-60°C поступает в конденсатор, охлаждаемый пром. водой.

Бутадиен конденсируется в конденсаторе, конденсат из него направляется в теплообменник, охлаждаемый водой, и затем сливается в отстойник. Несконденсировавшиеся пары бутадиена из конденсаторов поступают в теплообменник, откуда конденсат поступает в отстойник, а несконденсировавшийся газ направляется в цех 5 на установку улавливания бутадиена. Из отстойника верхний слой – жидкий бутадиен – постоянно перетекает в сборник, а нижние слои, содержащие воду, периодически (не менее двух раз в смену) перекачиваются в отпарной куб.

Из сборника бутадиен-возврат откачивают насосом через аппарат для разрушения перекисных соединений в цехе 5в аппараты для хранения бутадиен-возврата цеха 2б. Жидкость из каплеотбойника периодически перекачивается в отпарной куб, в котором производится отпарка бутадиена при температуре $20 \div 50^\circ\text{C}$. Пары бутадиена направляются в трубопровод вакуума цеха 8в, а оставшаяся жидкость насосом откачивается в аппарат для сбора нитрильных вод цеха 8в [6, 20].

3.5 Цех 9б - приготовление партий латекса

Приготовление партий латекса каучуков осуществляется при непрерывном перемешивании путем усреднения дегазированного латекса в расходных емкостях, оборудованных мешалками.

Партия латекса, поступающего на выделение, должна иметь показатели качества, соответствующие ТУ или контракту на выпускаемую марку каучука. Введение стабилизатора (антиоксиданта) в полимер производится при перекачивании дегазированного латекса из цеха 8в в цех 9ю. Суспензия стабилизатора (ионола, агидола-2, П-23) подается в цехе 8в насосом из аппарата для хранения стабилизатора в трубопровод всасывания насоса.

Латекс, заправленный суспензией (эмульсией) стабилизатора, перемешивается мешалкой и циркулируется насосами не менее трех часов. После усреднения отбирается проба латекса для проведения полного анализа приготовлено партии латекса. Латекс, заправленный суспензией или эмульсией стабилизатора, срабатывается при работающей мешалке. Кондиционный латекс насосом непрерывно подается на щит коагуляции агрегатов выделения.

Коагуляция латексов осуществляется в трубной системе коагуляции раствором хлористого кальция или магния. Раствор хлористого кальция или магния поступает из цеха 13б, фильтрованная вода – из цеха 11а.

Латекс из расходных емкостей насосом непрерывно подается в систему коагуляции, сюда же подается раствор электролита – хлористого кальция или магния, разбавленного фильтрованной водой (Вода-1). Для регулирования размера крошки каучука подача электролита и Воды-1 в трубопровод коагуляции предусмотрена в несколько точек, расположенных на различной длине трубопровода коагуляции. Также для регулирования размера крошки каучука предусмотрена подача воздуха в трубопровод латекса перед подачей электролита. Вода-2, предназначенная для регулирования времени созревания частиц крошки каучука и разбавления с коагулированной массы, подается в одну из нескольких точек, расположенных на трубопроводе коагуляции на разной длине.

Время созревания частиц каучука зависит от марки каучука, концентрации каучука, концентрации эмульгатора в латексе. Время созревания частиц каучука регулируется длиной трубопровода от точки подачи электролита с Водой-1 до точки подачи Воды-2, температурой в зоне коагуляции, концентрацией электролита и подбирается таким образом, чтобы коагуляция латекса была полной, серум – прозрачным, крошка одинакового размера.

Фильтрованная вода, идущая на коагуляцию и промывку крошки каучука, предварительно подогревается сначала в одном теплообменнике, обогрев которого ведется паровым конденсатом, затем подогревается до температуры 25-110°С в других теплообменниках, обогреваемых паром. СКоагулированная масса из системы коагуляции направляется в дозреватель, оборудованный ме-

шалкой, из него масса подается на первое по ходу вибросито. На первом вибросите каучук отфильтровывается от серума. Серум направляется на отстой от проскочившей крошки каучука в отстойник.

С первого вибросита крошка каучука направляется в аппарат для промывки фильтрованной водой, подогретой паром в теплообменниках до температуры 25-95°C.

Вода для промывки подается непрерывно в аппарат снизу. Промывка ведется при непрерывном перемешивании. Далее масса поступает на второе по ходу вибросито, где крошка отделяется от промывной воды и подается во второй промывной аппарат. Затем крошка каучука поступает на третье вибросито для отделения промывной воды. После третьего вибросита крошка поступает в первую отжимную машину (экспеллер).

Промывные воды после второго вибросита направляются в отстойник. Промывные воды после третьего вибросита направляются в аппарат для сбора и откачки промывных вод в отстойник локальной очистки.

Соотношение потоков латекса, коагулирующей добавки, электролита, Воды-1, Воды-2 на коагуляцию, а также температура и время коагуляции подбираются непосредственно в процессе коагуляции в зависимости от содержания сухого вещества в латексе, концентрации электролита и коагулирующей добавки, температуры латекса и марки выделяемого каучука.

После третьего вибросита сырая крошка каучука поступает в приемный бункер первой по ходу отжимной машины червячного типа (первого экспеллера).

После предварительного отжима влаги в первом экспеллере крошка каучука по разгрузочной воронке поступает в приемный бункер второй отжимной машины (второго экспеллера). Во втором экспеллере влага отжимается до массовой доли ее в каучуке $2\div 8\%$.

Отжим воды осуществляется за счет давления, создаваемого вращающимся в цилиндрическом корпусе винтом экспеллера с переменным шагом. Корпус экспеллера имеет щелевидные отверстия для удаления влаги. Отжимная

вода через пазы цилиндра стекает в сборник и насосом откачивается в первую промывную емкость.

Каучук на выходе из отверстий фильерной плиты экспеллера измельчается ножом-гранулятором. Сушка каучука осуществляется на агрегате №5 – в одноходовой воздушной сушилке ЛС-3,8-20, на агрегате №6 – в одноходовой воздушной сушилке фирмы «Проктор». Процесс сушки, прессования, брикетирования и упаковки каучука одинаков на обоих агрегатах. Крошка каучука после второго экспеллера поступает на вибрирующий разравниватель (виброраспределитель), который распределяет ее ровным слоем на секционный пластинчатого типа конвейер сушилки со щелями (декапир).

Сушильный агрегат представляет собой каркас, закрытый со всех сторон, кроме торцов, теплоизоляционными дверями и щитами, разделенный продольными перегородками с окна, поперечными перегородками, оканчивающимися гибкими завесами, и имеет три сушильные зоны, промежуточную зону, зону охлаждения. В каждой сушильной зоне установлено по три вентилятора, которые непрерывно подают горячий воздух через паровые калориферы и воздушные фильтры.

Промежуточная зона имеет окна и перегородки, обеспечивающие направленный поток теплоносителя из зоны охлаждения в третью сушильную зону. Зона охлаждения имеет циркуляционный вентилятор для охлаждения каучука на выходе из сушилки.

Сушка крошки происходит по мере продвижения ее по сушилке при температуре $105\div 130^{\circ}\text{C}$. Горячий воздух подается снизу вверх и отдает свое тепло каучуку. Влажный воздух выводится из сушилки отсасывающим вентилятором в атмосферу.

Для предотвращения прилипания каучука к декапиру на выходе в сушилку производится смазка его полиэтилсилоксановой эмульсией ПЭС-5 или полиметилсилоксановой эмульсией ПМС-5 с концентрацией 5% с помощью поролонового валика, который вращается в ванночке со смазывающей жидкостью или при движении транспортера смазывает его.

Температура пара на калориферы циркуляционных вентиляторов.

Сухая крошка каучука после сушилки поступает в выносной шнековый транспортер и подается на спиральный виброподъемник, где она обдувается теплым воздухом для предотвращения комкования и удаления влаги и легколетучих веществ с поверхности каучука. Сухая крошка каучука с виброподъемника по наклонному желобу поступает в шнековый транспортер, по нему подается на распредустройство (распределительный пневмоклапан) и вибропитатели (вибротранспортеры), которыми крошка попеременно загружается в загрузочные бункеры автоматических весов прессов А и В. Взвешенная порция каучука весом 30 кг поступает в камеру брикетировочного гидравлического пресса на прессование. После выхода из пресса брикет каучука поступает на выносной конвейер, затем на сборный роликовый транспортер, проходит через металлодетектор, автоматическую пленкооберточную машину, контрольные весы. После этого брикет выравнивающим наклонным транспортером направляется к механизму для надевания мешков на упаковку и далее – по транспортеру зашивочных машин на мешкозашивочную машину, затем на промежуточный транспортер и транспортер-накопитель для сбора упакованных брикетов перед их отгрузкой на склад. Упакованные брикеты сгружаются на поддон и автопогрузчиками транспортируются на склад [6, 20].

4 Расчет рассеивания от организованных источников (до мероприятий)

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_m (мг/м³) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии x_m (м) от источника и определяется по формуле:

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, (г/с);

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем земли, (м);

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$;

ΔT - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_c и температурой окружающего атмосферного воздуха T_a , (°C);

V_1 - расход газовой смеси, (м³/с), определяемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (2)$$

где D - диаметр устья источника выброса, (м);

ω_0 - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, (м/с).

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250 - для районов Средней Азии южнее 40° с. ш., Бурятской АССР и Читинской области;

б) 200 - для Европейской территории СССР: для районов РСФСР южнее 50° с. ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии; для Азиатской территории СССР: для Казахстана, Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

в) 180 - для Европейской территории СССР и Урала от 50 до 52° с. ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины;

г) 160 - для Европейской территории СССР и Урала севернее 52° с. ш. (за исключением Центра ЕТС), а также для Украины (для расположенных на Украине источников высотой менее 200 м в зоне от 50 до 52° с. ш. - 180, а южнее 50° с. ш. - 200);

д) 140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Значения мощности выброса M (г/с) и расхода газовой смеси V_1 (м³/с) при проектировании предприятий определяются расчетом в технологической части проекта или принимаются в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами. В расчете принимаются сочетания M и V_1 , реально имеющие место в течение года при установленных (обычных) условиях эксплуатации предприятия, при которых достигается максимальное значение c_m . При определении значения ΔT ($^\circ\text{C}$) следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха T_e ($^\circ\text{C}$), равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, а температуру выбрасываемой в

атмосферу газовой воздушной смеси T_z (°C) - по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Значение безразмерного коэффициента F принимается:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) - 1;

б) для мелкодисперсных аэрозолей при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % - 2; от 75 до 90 % - 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки - 3.

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f , v_m , v'_m и f_e .

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad (3)$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}; \quad (4)$$

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}; \quad (5)$$

$$f_e = 800 \cdot (v'_m)^3. \quad (6)$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100; \quad (7)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100. \quad (8)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_m по формулам:

$$n = 1 \text{ при } v_m \geq 2; \quad (9)$$

$$n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_m < 2; \quad (10)$$

$$n = 4,4 \cdot v_m \text{ при } v_m < 0,5. \quad (11)$$

Для $f > 100$ (или $\Delta T \gg 0$) и $v'_m \geq 0,5$ (холодные выбросы) при расчете c_m вместо формулы (1) используется формула:

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K, \quad (12)$$

$$\text{где } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7,1 \cdot \sqrt{\omega_0 \cdot V_1}}, \quad (13)$$

причем n определяется по формулам (9) - (11) при $v_m = v'_m$. Аналогично при $f < 100$ и $v_m < 0,5$ или $f > 100$ и $v'_m < 0,5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра) расчет c_m вместо (1) производится по формуле:

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (14)$$

$$m' = 2,86 \cdot m \text{ при } f < 100, v_m < 0,5; \quad (15)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, v'_m < 0,5. \quad (16)$$

Расстояние x_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация c (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_m , определяется по формуле:

$$x_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (17)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f_e}) \text{ при } v_m \leq 0,5; \quad (18)$$

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (19)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m > 2. \quad (20)$$

При $f > 100$ или $\Delta T \gg 0$ значение d находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } v'_m \leq 0,5; \quad (21)$$

$$d = 11,4 \cdot v'_m \text{ при } 0,5 < v'_m \leq 2; \quad (22)$$

$$d = 16 \cdot \sqrt{v'_m} \text{ при } v'_m > 2. \quad (23)$$

Значение опасной скорости u_m (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ c_m , в случае $f < 100$ определяется по формулам:

$$u_m = 0,5 \text{ при } v_m \leq 0,5; \quad (24)$$

$$u_{\text{м}} = v_{\text{м}} \text{ при } 0,5 < v_{\text{м}} \leq 2; \quad (25)$$

$$u_{\text{м}} = v_{\text{м}} \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}) \text{ при } v_{\text{м}} > 2. \quad (26)$$

При $f > 100$ или $\Delta T \gg 0$ значение $u_{\text{м}}$ вычисляется по формулам:

$$u_{\text{м}} = 0,5 \text{ при } v'_{\text{м}} \leq 0,5; \quad (27)$$

$$u_{\text{м}} = v'_{\text{м}} \text{ при } 0,5 < v'_{\text{м}} \leq 2; \quad (28)$$

$$u_{\text{м}} = 2,2 \cdot v'_{\text{м}} \text{ при } v'_{\text{м}} > 2. \quad (29)$$

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $c_{\text{ми}}$ (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u (м/с), отличающейся от опасной скорости ветра $u_{\text{м}}$ (м/с), определяется по формуле:

$$c_{\text{ми}} = r \cdot c_{\text{м}}, \quad (30)$$

где r - безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения $u/u_{\text{м}}$ по формулам:

$$r = 0,67 \cdot (u/u_{\text{м}}) + 1,67 \cdot (u/u_{\text{м}})^2 - 1,34 \cdot (u/u_{\text{м}})^3 \text{ при } u/u_{\text{м}} \leq 1; \quad (31)$$

$$r = \frac{3 \cdot (u/u_{\text{м}})}{2 \cdot (u/u_{\text{м}})^2 - (u/u_{\text{м}}) + 2} \text{ при } u/u_{\text{м}} > 1. \quad (32)$$

Расстояние от источника выброса $x_{\text{ми}}$ (м), на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация

вредных веществ достигает максимального значения c_{mi} (мг/м³), определяется по формуле:

$$x_{mi} = p \cdot x_m, \quad (33)$$

где p - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения u/u_m по формулам:

$$p = 3 \text{ при } u/u_m \leq 0,25; \quad (34)$$

$$p = 8,43 \cdot (1 - u/u_m)^3 + 1 \text{ при } 0,25 < u/u_m \leq 1; \quad (35)$$

$$p = 0,32 \cdot u/u_m + 0,68 \text{ при } u/u_m > 1. \quad (36)$$

При опасной скорости ветра u_m приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса определяется по формуле:

$$c = s_1 \cdot c_v, \quad (37)$$

где s_1 - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения x/x_m и коэффициента F по формулам:

$$s_1 = 3 \cdot (x/x_m)^4 - 8 \cdot (x/x_m)^3 + 6 \cdot (x/x_m)^2 \text{ при } x/x_m \leq 1; \quad (38)$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (x/x_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < x/x_m \leq 8; \quad (39)$$

$$s_1 = \frac{x/x_m}{3,58 \cdot (x/x_m)^2 - 35,2 \cdot (x/x_m) + 120} \text{ при } F \leq 1,5 \text{ и } x/x_m > 8; \quad (40)$$

$$s_1 = \frac{1}{0,1 \cdot (x/x_m)^2 + 2,47 \cdot (x/x_m) - 17,8} \text{ при } F > 1,5 \text{ и } x/x_m > 8. \quad (41)$$

Произведем расчет рассеивания от точечных источников.

1) Цех 9б. Сушильный агрегат №5.

Значение параметров f , v_m , v'_m и f_e рассчитываем по формулам (3), (4), (5) и (6):

$$f = 1000 \cdot \frac{(11,1629)^2 \cdot 0,80}{(19)^2 \cdot 2,3} = 120,1,$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{5,61 \cdot 2,3}{19}} = 0,57$$

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{11,1629 \cdot 0,80}{19} = 0,61$$

$$f_e = 800 \cdot (0,61)^3 = 181,58$$

Коэффициент n определяется по формуле (10):

$$n = 0,532 \cdot (0,57)^2 - 2,13 \cdot 0,57 + 3,13 = 2,09$$

Расчет c_m производится по формуле (12).

$$\text{Коэффициент: } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{0,80}{8 \cdot 5,61} = 0,018.$$

$$c_m(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,01908 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,0029 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_m(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,31647 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,0545 (\text{мг/м}^3).$$

Значение приземной концентрации загрязняющих веществ представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Значение приземной концентрации загрязняющих веществ

Вещества	$C_{max}, \text{мг/м}^3$
Бута-1,3-диен (1,3-Бутадиен, Дивинил)	0,0029
Проп-2-еннитрил (Акрилонитрил, НАК)	0,0545

Для того чтобы узнать есть ли превышение по данным веществам, переведем полученные концентрации в доли ПДК по формуле:

$$\frac{c_i + c_\phi}{ПДК_i}, \quad (42)$$

где c_ϕ - фоновая концентрация, мг/м^3 . Принимается для акрилонитрила $c_\phi = 0,0012 \text{ мг/м}^3$; для бутадиена $c_\phi = 0,423 \text{ мг/м}^3$.

$ПДК_i$ - предельно допустимая концентрация i-вещества, мг/м^3 представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Код	Наименование вещества	Класс опасности	Формула	ПДКм.р., мг/м^3
-----	-----------------------	-----------------	---------	--------------------------

Окончание таблицы 2

Код	Наименование вещества	Класс опасности	Формула	ПДКм.р., мг/м ³
03	Бута-1,3-диен (1,3-Бутадиен, Дивинил)	4	C ₄ H ₆	3,000
001	Проп-2-еннитрил (Акрилонитрил, НАК)	2	C ₃ H ₃ N	0,030

$$\text{Дивинил: ПДК} \frac{0,0029 + 0,423}{3} = 0,1$$

$$\text{Акрилонитрил: } \frac{0,0545 + 0,0012}{0,03} = 1,86 \text{ ПДК}$$

Расстояние x_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация c (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_m , рассчитываем по формуле (17):

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 6,9 \cdot 19 = 131,1 \text{ (м)}$$

Коэффициент d находим по формуле (22): $d = 11,4 \cdot 0,61 = 6,9$

Значение опасной скорости u_m (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли) принимается $u_m = v'_m = 0,61$.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_{mi} (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u (м/с) рассчитывается по формуле (30):

$$c_{mi}(C_4H_6) = 0,41 \cdot 0,0029 = 0,0012 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$c_{mi}(C_3H_3N) = 0,41 \cdot 0,0545 = 0,022345 (\text{мг/м}^3)$$

Безразмерная величина r определяется по формуле (32):

$$r = \frac{3 \cdot 3,9}{2 \cdot (3,9)^2 - 3,9 + 2} = 0,41.$$

Расстояние от источника выброса x_{mi} (м) определяется по формуле (33):

$$x_{mi} = 1,93 \cdot 131,1 = 253,02 \text{ (м)}.$$

Безразмерный коэффициент p определяется по формуле (36):

$$p = 0,32 \cdot 3,9 + 0,68 = 1,93.$$

Рассчитаем приземную концентрацию вредных веществ на различных расстояниях от источника выброса.

1. $x = 100$ м. s_1 определяется по формуле (38):

$$s_1 = 3 \cdot (0,76)^4 - 8 \cdot (0,76)^3 + 6 \cdot (0,76)^2 = 1.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м^3) определяется по формуле (37):

$$c = 1 \cdot 0,0029 = 0,0029 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК},$$

$$c = 1 \cdot 0,0545 = 0,0545 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 1,86 \text{ ПДК}.$$

2. $x = 500$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,8)^2 + 1} = 0,50.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,50 \cdot 0,0029 = 0,0015 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,50 \cdot 0,0545 = 0,02725 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 1 \text{ ПДК.}$$

3. $x = 300$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2,29)^2 + 1} = 0,67$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,67 \cdot 0,0029 = 0,0019 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,9 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,67 \cdot 0,0545 = 0,0365 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 1 \text{ ПДК.}$$

4. $x = 400$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,1)^2 + 1} = 0,61.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,61 \cdot 0,0029 = 0,001769 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,61 \cdot 0,0545 = 0,0332 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 1,15 \text{ ПДК.}$$

5. $x = 600$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (4,58)^2 + 1} = 0,43$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,43 \cdot 0,0029 = 0,00125 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,43 \cdot 0,0545 = 0,02344 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,8 \text{ ПДК.}$$

2) Цех 9б. Сушильный агрегат №6.

Значение параметров f , ν_m , ν'_m и f_e рассчитываем по формулам (3), (4), (5) и (6):

$$f = 1000 \cdot \frac{(11,1629)^2 \cdot 0,80}{(19)^2 \cdot 2,3} = 120,1$$

$$\nu_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{5,61 \cdot 2,3}{19}} = 0,57$$

$$\nu'_m = 1,3 \cdot \frac{11,1629 \cdot 0,80}{19} = 0,61$$

$$f_e = 800 \cdot (0,61)^3 = 181,58$$

Коэффициент n определяется по формуле (10):

$$n = 0,532 \cdot (0,57)^2 - 2,13 \cdot 0,57 + 3,13 = 2,09$$

Расчет c_m производится по формуле (12).

$$\text{Коэффициент: } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{0,80}{8 \cdot 5,61} = 0,018.$$

$$c_m(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,01333 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,002 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_m(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,20001 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,02997 (\text{мг/м}^3).$$

Значение приземной концентрации загрязняющих веществ представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Значение приземной концентрации загрязняющих веществ

Вещества	$C_{max}, \text{мг/м}^3$
Бутадиен	0,00200
Акрилонитрил	0,02997

Переводим концентрацию в доли ПДК по формуле (42):

$$\text{Дивинил: ПДК} \frac{0,002 + 0,423}{3} = 0,1$$

$$\text{Акрилонитрил: } \frac{0,02997 + 0,0012}{0,03} = 1,04 \text{ ПДК}$$

Расстояние x_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация c (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_m , рассчитываем по формуле (17):

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 6,9 \cdot 19 = 131,1 \text{ (м)}$$

Коэффициент d находим по формуле (22): $d = 11,4 \cdot 0,61 = 6,9$

Значение опасной скорости u_m (м/с) принимается $u_m = v'_m = 0,61$.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_{mi} рассчитывается по формуле (30):

$$c_{mi}(C_4H_6) = 0,41 \cdot 0,002 = 0,00082 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$c_{mi}(C_3H_3N) = 0,41 \cdot 0,02997 = 0,01229 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

Безразмерная величина r определяется по формуле (32):

$$r = \frac{3 \cdot 3,9}{2 \cdot (3,9)^2 - 3,9 + 2} = 0,41.$$

Расстояние от источника выброса x_{mi} (м) определяется по формуле (33):

$$x_{mi} = 1,93 \cdot 131,1 = 253,02 \text{ (м)}.$$

Безразмерный коэффициент p определяется по формуле (36):

$$p = 0,32 \cdot 3,9 + 0,68 = 1,93.$$

Рассчитаем приземную концентрацию вредных веществ на различных расстояниях от источника выброса.

1. $x = 100$ м. s_1 определяется по формуле (38):

$$s_1 = 3 \cdot (0,76)^4 - 8 \cdot (0,76)^3 + 6 \cdot (0,76)^2 = 1.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) определяется по формуле (37):

$$c = 1 \cdot 0,002 = 0,002 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 1 \cdot 0,02997 = 0,02997 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 1,04 \text{ ПДК.}$$

2. $x = 500$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,8)^2 + 1} = 0,50.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,50 \cdot 0,002 = 0,001 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,50 \cdot 0,02997 = 0,01499 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,5 \text{ ПДК.}$$

3. $x = 300$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2,29)^2 + 1} = 0,67.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,67 \cdot 0,002 = 0,00134 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,67 \cdot 0,02997 = 0,02008 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,7 \text{ ПДК.}$$

4. $x = 400$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,1)^2 + 1} = 0,61.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,61 \cdot 0,002 = 0,00122 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,61 \cdot 0,02997 = 0,018282 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,6 \text{ ПДК.}$$

5. $x = 600$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (4,58)^2 + 1} = 0,43$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,43 \cdot 0,002 = 0,00086 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,43 \cdot 0,02997 = 0,012887 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,5 \text{ ПДК.}$$

3) Цех 9б. Виброконтейнер агрегата №5.

Значение параметров f , ν_m , ν'_m и f_e рассчитываем по формулам (3), (4), (5) и (6):

$$f = 1000 \cdot \frac{(11,1629)^2 \cdot 0,80}{(19)^2 \cdot 2,3} = 120,1,$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{5,61 \cdot 2,3}{19}} = 0,57,$$

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{11,1629 \cdot 0,80}{19} = 0,61,$$

$$f_e = 800 \cdot (0,61)^3 = 181,58.$$

Коэффициент n определяется по формуле (10):

$$n = 0,532 \cdot (0,57)^2 - 2,13 \cdot 0,57 + 3,13 = 2,09$$

Расчет c_m производится по формуле (12).

$$\text{Коэффициент: } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{0,80}{8 \cdot 5,61} = 0,018.$$

$$c_m(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,01465 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,0022 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_m(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,00077 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,00012 (\text{мг/м}^3).$$

Значение приземной концентрации загрязняющих веществ представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Значение приземной концентрации загрязняющих веществ

Вещества	C_{max} , мг/м ³
Бутадиен	0,0022
Акрилонитрил	0,00012

Переводим концентрацию в доли ПДК по формуле (42):

$$\text{Дивинил: } \frac{0,0022 + 0,423}{3} = 0,1 \text{ ПДК}$$

$$\text{Акрилонитрил: } \frac{0,00012 + 0,0012}{0,03} = 0,1 \text{ ПДК}$$

Расстояние x_m (м), на котором приземная концентрация c (мг/м³) достигает максимального значения c_m , рассчитываем по формуле (17):

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 6,9 \cdot 19 = 131,1 \text{ (м)}$$

Коэффициент d находим по формуле (22):

$$d = 11,4 \cdot 0,61 = 6,9$$

Значение опасной скорости u_m (м/с) принимается $u_m = v'_m = 0,61$.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_{mi} рассчитывается по формуле (30):

$$c_{mi}(C_4H_6) = 0,41 \cdot 0,0022 = 0,0009 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$c_{mi}(C_3H_3N) = 0,41 \cdot 0,00012 = 0,00005 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

Безразмерная величина r определяется по формуле (32):

$$r = \frac{3 \cdot 3,9}{2 \cdot (3,9)^2 - 3,9 + 2} = 0,41.$$

Расстояние от источника выброса x_{mi} (м) определяется по формуле (33):

$$x_{mi} = 1,93 \cdot 131,1 = 253,02 \text{ (м)}.$$

Безразмерный коэффициент p определяется по формуле (36):

$$p = 0,32 \cdot 3,9 + 0,68 = 1,93.$$

Рассчитаем приземную концентрацию вредных веществ на различных расстояниях от источника выброса.

1. $x = 100$ м. s_1 определяется по формуле (38):

$$s_1 = 3 \cdot (0,76)^4 - 8 \cdot (0,76)^3 + 6 \cdot (0,76)^2 = 1.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) определяется по формуле (37):

$$c = 1 \cdot 0,0022 = 0,0022 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК},$$

$$c = 1 \cdot 0,00012 = 0,00012 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК}.$$

2. $x = 500$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,8)^2 + 1} = 0,50.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,50 \cdot 0,0022 = 0,0011 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК},$$

$$c = 0,50 \cdot 0,00012 = 0,00006 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

3. $x = 400$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,1)^2 + 1} = 0,61.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,61 \cdot 0,0022 = 0,00134 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,61 \cdot 0,00012 = 0,0000732 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

4) Цех 9б. Брикетировочные пресса агрегата №5.

Значение параметров f , ν_m , ν'_m и f_e рассчитываем по формулам (3), (4), (5) и (6):

$$f = 1000 \cdot \frac{(11,1629)^2 \cdot 0,80}{(19)^2 \cdot 2,3} = 120,1,$$

$$\nu_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{5,61 \cdot 2,3}{19}} = 0,57,$$

$$\nu'_m = 1,3 \cdot \frac{11,1629 \cdot 0,80}{19} = 0,61,$$

$$f_e = 800 \cdot (0,61)^3 = 181,58.$$

Коэффициент n определяется по формуле (10):

$$n = 0,532 \cdot (0,57)^2 - 2,13 \cdot 0,57 + 3,13 = 2,09$$

Расчет c_m производится по формуле (12).

$$\text{Коэффициент: } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{0,80}{8 \cdot 5,61} = 0,018.$$

$$c_m(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,00141 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,0002 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_m(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,00028 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,000042 (\text{мг/м}^3).$$

Значение приземной концентрации загрязняющих веществ представлено в таблице 5.

Таблица 5 - Значение приземной концентрации загрязняющих веществ

Вещества	C_{max} , мг/м ³
Бутадиен	0,0002
Акрилонитрил	0,000042

Переводим концентрацию в доли ПДК по формуле (42):

$$\text{Дивинил: } \frac{0,0002 + 0,423}{3} = 0,1 \text{ ПДК}$$

$$\text{Акрилонитрил: } \frac{0,000042 + 0,0012}{0,03} = 0,1 \text{ ПДК}$$

Расстояние x_m (м), на котором приземная концентрация c (мг/м³) достигает максимального значения c_m , рассчитываем по формуле (17):

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 6,9 \cdot 19 = 131,1 \text{ (м)}$$

Коэффициент d находим по формуле (22): $d = 11,4 \cdot 0,61 = 6,9$

Значение опасной скорости u_m (м/с) принимается $u_m = v'_m = 0,61$.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_{mi} рассчитывается по формуле (30):

$$c_{mi}(C_4H_6) = 0,41 \cdot 0,0002 = 0,000082 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$c_{mi}(C_3H_3N) = 0,41 \cdot 0,000042 = 0,000017 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

Безразмерная величина r определяется по формуле (32):

$$r = \frac{3 \cdot 3,9}{2 \cdot (3,9)^2 - 3,9 + 2} = 0,41.$$

Расстояние от источника выброса x_{mi} (м) определяется по формуле (33):

$$x_{mi} = 1,93 \cdot 131,1 = 253,02 \text{ (м)}.$$

Безразмерный коэффициент p определяется по формуле (36):

$$p = 0,32 \cdot 3,9 + 0,68 = 1,93.$$

Рассчитаем приземную концентрацию вредных веществ на различных расстояниях от источника выброса.

1. $x = 100$ м. s_1 определяется по формуле (38):

$$s_1 = 3 \cdot (0,76)^4 - 8 \cdot (0,76)^3 + 6 \cdot (0,76)^2 = 1.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) определяется по формуле (22):

$$c = 1 \cdot 0,0002 = 0,0002 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 1 \cdot 0,000042 = 0,000042 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

2. $x = 400$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,1)^2 + 1} = 0,61.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,61 \cdot 0,0002 = 0,000122 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,61 \cdot 0,000042 = 0,0000256 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,6 \text{ ПДК.}$$

3. $x = 500$ м. s_1 определяется по формуле (39):

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3,8)^2 + 1} = 0,50.$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³):

$$c = 0,50 \cdot 0,0002 = 0,0001 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,50 \cdot 0,000042 = 0,000021 \text{ (мг/м}^3\text{) или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

5) Цех 9б. Брикетировочные пресса агрегата №6.

Значение параметров f , ν_m , ν'_m и f_e рассчитываем по формулам (3), (4), (5) и (6):

$$f = 1000 \cdot \frac{(11,1629)^2 \cdot 0,80}{(19)^2 \cdot 2,3} = 120,1,$$

$$\nu_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{5,61 \cdot 2,3}{19}} = 0,57,$$

$$\nu'_m = 1,3 \cdot \frac{11,1629 \cdot 0,80}{19} = 0,61,$$

$$f_e = 800 \cdot (0,61)^3 = 181,58.$$

Коэффициент n определяется по формуле (10):

$$n = 0,532 \cdot (0,57)^2 - 2,13 \cdot 0,57 + 3,13 = 2,09$$

Расчет c_m производится по формуле (12).

$$\text{Коэффициент: } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{0,80}{8 \cdot 5,61} = 0,018.$$

$$c_m(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,00171 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,0003 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_m(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,00028 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,000042 (\text{мг/м}^3).$$

Значение приземной концентрации загрязняющих веществ представлено в таблице 6.

Таблица 6 - Значение приземной концентрации загрязняющих веществ

Вещества	C_{max} , мг/м ³
Бутадиен	0,0003
Акрилонитрил	0,000042

Переводим концентрацию в доли ПДК по формуле (42):

$$\text{Дивинил: } \frac{0,0003 + 0,423}{3} = 0,1 \text{ ПДК}$$

$$\text{Акрилонитрил: } \frac{0,000042 + 0,0012}{0,03} = 0,1 \text{ ПДК}$$

Расстояние x_m (м), на котором приземная концентрация c (мг/м³) достигает максимального значения c_m , рассчитываем по формуле (17):

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 6,9 \cdot 19 = 131,1 \text{ (м)}$$

Коэффициент d находим по формуле (22): $d = 11,4 \cdot 0,61 = 6,9$

Значение опасной скорости u_m (м/с) принимается $u_m = v'_m = 0,61$.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_{mi} рассчитывается по формуле (30):

$$c_{mi}(C_4H_6) = 0,41 \cdot 0,0003 = 0,00012 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$c_{mi}(C_3H_3N) = 0,41 \cdot 0,000042 = 0,000017 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

Безразмерная величина r определяется по формуле (32):

$$r = \frac{3 \cdot 3,9}{2 \cdot (3,9)^2 - 3,9 + 2} = 0,41.$$

Расстояние от источника выброса $x_{ми}$ (м) определяется по формуле (33):

$$x_{ми} = 1,93 \cdot 131,1 = 253,02 \text{ (м)}.$$

Безразмерный коэффициент p определяется по формуле (36):

$$p = 0,32 \cdot 3,9 + 0,68 = 1,93$$

6) Цех 9б. Виброподъемник и отделение упаковки.

Значение параметров f , ν_m , ν'_m и f_e рассчитываем по формулам (3), (4), (5) и (6):

$$f = 1000 \cdot \frac{(11,1629)^2 \cdot 0,80}{(19)^2 \cdot 2,3} = 120,1,$$

$$\nu_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{5,61 \cdot 2,3}{19}} = 0,57,$$

$$\nu'_m = 1,3 \cdot \frac{11,1629 \cdot 0,80}{19} = 0,61,$$

$$f_e = 800 \cdot (0,61)^3 = 181,58.$$

Коэффициент n определяется по формуле (10):

$$n = 0,532 \cdot (0,57)^2 - 2,13 \cdot 0,57 + 3,13 = 2,09$$

Расчет c_m производится по формуле (12).

$$\text{Коэффициент: } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{0,80}{8 \cdot 5,61} = 0,018.$$

$$c_m(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,01606 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,0024 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_m(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,00161 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,00024 (\text{мг/м}^3).$$

Значение приземной концентрации загрязняющих веществ представлено в таблице 7.

Таблица 7 - Значение приземной концентрации загрязняющих веществ

Вещества	C_{max} , мг/м ³
Бутадиен	0,0024
Акрилонитрил	0,00024

Переводим концентрацию в доли ПДК по формуле (42):

$$\text{Дивинил: } \frac{0,0024 + 0,423}{3} = 0,1 \text{ ПДК}$$

$$\text{Акрилонитрил: } \frac{0,00024 + 0,0012}{0,03} = 0,1 \text{ ПДК}$$

Расстояние x_m (м) от источника выбросов рассчитываем по формуле (17):

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 6,9 \cdot 19 = 131,1 \text{ (м)}$$

Коэффициент d находим по формуле (22): $d = 11,4 \cdot 0,61 = 6,9$

Значение опасной скорости u_m (м/с) принимается $u_m = v'_m = 0,61$.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_{mi} рассчитывается по формуле (30):

$$c_{mi}(C_4H_6) = 0,41 \cdot 0,0024 = 0,00098 (\text{мг/м}^3)$$

$$c_{mi}(C_3H_3N) = 0,41 \cdot 0,00024 = 0,000098 (\text{мг/м}^3)$$

Безразмерная величина r определяется по формуле (32):

$$r = \frac{3 \cdot 3,9}{2 \cdot (3,9)^2 - 3,9 + 2} = 0,41.$$

Расстояние от источника выброса x_{mi} (м) определяется по формуле (33):

$$x_{mi} = 1,93 \cdot 131,1 = 253,02 \text{ (м)}.$$

Безразмерный коэффициент p определяется по формуле (36):

$$p = 0,32 \cdot 3,9 + 0,68 = 1,93$$

Расчет рассеивания от организованных источников выполнены в соответствии с нормативными документами Госкомгидромета «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86), Л., Гидрометеиздат, 1987 г. [7].

5 Мероприятие по снижению выбросов вредных компонентов

Очистку промышленных выбросов проводят различными способами, чему есть достаточное количество примеров использования тех или иных методов и аппаратов газоочистки. Всем методам очистки присущи как достоинства, так и недостатки.

5.1 Абсорбционно-биохимическая очистка

Данный способ сочетает в себе преимущества абсорбционной очистки вентвоздуха и биологической нейтрализации загрязняющих веществ.

При этом загрязнители вентвоздуха улавливаются и фиксируются в растворе, а затем минерализуются до состояния естественных (природных) аналогов в аппаратах типа «биореактор».

Применение абсорбера с подвижной, постоянно орошаемой абсорбентом на основе воды, доведенной до состояния псевдооживленности, насадкой позволяет вести процесс стабильно, надежно и эффективно даже при условии изменения нагрузок по количеству очищаемого вентвоздуха и степени его загрязнения вредными веществами. При этом характер загрязнителей мало влияет на эффективность работы аппарата, так как проводится тщательный подбор состава абсорбента и технологии его регенерации.

При этом раздельная регенерация абсорбционного раствора позволяет кислые, щелочные, неорганические и органические примеси переводить в форму ионов минеральных солей или CO_2 , H_2O , свободного азота и др. природных аналогов.

Обеспечивается это современными технологиями биохимической обработки раствора с применением специальных штаммов микроорганизмов, активирующих присадок и оригинальных конструкций аппаратов.

Абсорбция – поглощение веществ из газовой смеси всем объемом жидкости (абсорбента). В качестве растворителя часто используется вода, но

можно применять и другие абсорбенты, например углеводороды или H_2S . Вода, используемая для абсорбции, может содержать добавки химических веществ, таких как кислоты, щелочи, окислители или восстановители, реагирующих с поглощаемым газом и снижающих равновесное давление его пара, т.е. получается комбинация методов абсорбции и химической обработки. Хемосорбционные методы применяются для очистки газов от CO , N_yO_x , SO_2 , H_2S , HCl , CO_2 .

Абсорбция – технологический процесс, включающий массоперенос между растворимым газообразным компонентом и жидким растворителем, происходящий в аппарате для контактирования газа с жидкостью. Движущей силой абсорбции является разность между парциальным давлением растворенного газа в газовой смеси и его равновесным давлением над пленкой жидкости, контактирующей с газом. Если значение этой разности отрицательно, то абсорбции не происходит, при этом количество загрязнителей в обрабатываемом газе может увеличиться, т.е. произойдет десорбция.

При расчете абсорберов эффектами, связанными с теплотой растворения, обычно пренебрегают и считают, что аппарат работает в изотермическом режиме, что упрощает формулы. В процессе проектирования абсорберов необходимо иметь следующие данные:

- скорость потока абсорбирующей жидкости;
- необходимую высоту насадки;
- скорость поступающего газового потока;
- концентрацию газов;
- тип насадки колонны;
- диаметр колонны.

На рисунке 1 представлена схема поверхностных абсорберов.



Рисунок 1 - Схемы поверхностных абсорберов.

Назначение и эффективность. Абсорбционно-биохимическая установки (АБХУ) предназначены для мокрой очистки вентиляционного воздуха от вредных органических веществ в литейных, покрасочных, деревообрабатывающих, мебельных, химических и других производствах.

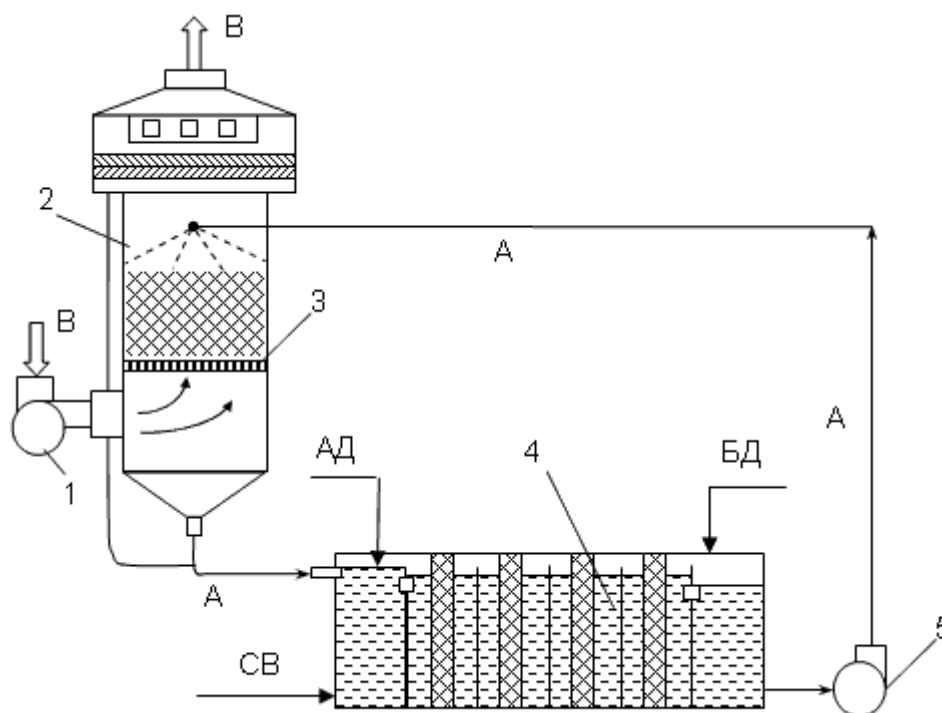
Эффективность очистки вентвоздуха от: триэтиламина, фенола, формальдегида, фури-лового спирта, фурфурола составляет 96-99,9%; изоцианатов, метанола, цианидов, уайт-спирита, ксилола, толуола, бутилацетата, этилацетата, акролеина, аммиака – 70-96%; смолистых включений, окрасочной аэрозоли и взвешенных веществ – 99,9%.

Область применения АБХУ. АБХУ рекомендуется использовать при применении в различных отраслях промышленности следующих

технологических процессов, сопровождающихся токсичными газовыделениями в окружающую среду:

- изготовление литейных стержней и форм;
- заливка, охлаждение и выбивка литейных форм;
- прессовка древесностружечных плит (ДСП, МДФ);
- изготовление минеральной ваты;
- окраска и сушка деталей и изделий из металла, дерева, кожи;
- сушка металлической стружки; изготовление кордной ткани.

Принцип работы и состав АБХУ указаны на рисунке 2.



1 – вентилятор; 2 – абсорбер; 3 – массообменная решетка; 4 – биореактор; 5 – насос; А – абсорбент; В – вентиляционный воздух; АД – абсорбционные добавки; БД – биогенные добавки; СВ – сжатый воздух.

Рисунок 2 - Технологическая схема абсорбционно-биохимической установки

Вентиляционный воздух, удаляемый от технологического оборудования, с помощью вентилятора 1 подается в абсорбер 2, где на массообменной решетке расположен слой насадки 3. Насадка непрерывно орошается

абсорбентом, подаваемым насосом 5 и находится в «кипящем» состоянии, что обеспечивает интенсивный массообмен между газовой и жидкой фазами. В качестве абсорбента применяется техническая вода. Регенерация абсорбента осуществляется в биореакторе 4, где с помощью специально селекционированного штамма микроорганизмов вредные органические вещества минерализуются до CO_2 и H_2O . Для обеспечения активной жизнедеятельности микроорганизмов, за счет добавления в биореактор биогенных добавок, в растворе поддерживается концентрация азота и фосфора. Очищенный абсорбент вновь подается на орошение в абсорбер. Установка имеет замкнутый цикл циркуляции абсорбента и не имеет стоков в канализацию. Очищенный вентвоздух после сепарации выбрасывается в атмосферу [2, 19].

5.2 Расчет абсорбера

Количество поглощаемого акрилонитрила определяется по формуле:

$$G_{C_3H_3N} = \frac{V \cdot y_H \cdot M_{C_3H_3N} \cdot \alpha}{22,4}, \text{ (кг/с)}, \quad (43)$$

где y_H - начальная концентрация C_3H_3N в газовой смеси, выраженная в мольных долях, кмоль C_3H_3N /кмоль смеси;

$M_{C_3H_3N}$ - молекулярная масса C_3H_3N , кг/кмоль;

α - коэффициент извлечения C_3H_3N ;

22,4 – объем, занимаемый 1 кмоль газа, м^3 .

Начальная концентрация C_3H_3N в газовой смеси определяется по формуле:

$$y_H = \frac{\frac{\overline{y_H}}{M_{C_3H_3N}}}{\frac{\overline{y_H}}{M_{C_3H_3N}} + \frac{100 - \overline{y_H}}{M_{\text{возд}}}}, \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль смеси}}, \quad (44)$$

где $\overline{y_H} = 1,17$ масс.% - начальная концентрация C_3H_3N в смеси; молекулярная масса $C_3H_3N - M_{C_3H_3N} = 53,06 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$ и молекулярная масса воздуха

$$M_{\text{возд}} = 29 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}.$$

$$y_H = \frac{\frac{1,17}{53,06}}{\frac{1,17}{53,06} + \frac{100 - 1,17}{29}} = 0,0064 \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль смеси}},$$

Коэффициент извлечения C_3H_3N рассчитывается по выражению:

$$\alpha = \frac{\overline{y_H} - \overline{y_K}}{\overline{y_H}}; \quad (45)$$

$$\alpha = \frac{1,17 - 0,011}{1,17} = 0,99.$$

Тогда количество поглощаемого C_3H_3N по формуле C_3H_3N (43) равно

$$G_{C_3H_3N} = \frac{5,61 \cdot 0,0064 \cdot 53,06 \cdot 0,99}{22,4} = 0,08 \text{ (кг/с)}.$$

Расход абсорбента определяется по формуле:

$$L = \frac{G_{C_3H_3N} \cdot \varepsilon}{\overline{X}_k^* - \overline{X}_n}, \text{ (кг/с)}, \quad (46)$$

где \overline{X}_n , \overline{X}_k^* - начальная и конечная концентрация C_3H_3N в абсорбенте, выраженные в относительных массовых единицах, $\frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O}$ ($\overline{X}_n=0$).

Конечная концентрация C_3H_3N в абсорбенте определяется по формуле:

$$\overline{X}_k^* = \frac{M_{C_3H_3N} \cdot x_k^*}{M_{H_2O}(1-x_k^*)}, \frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O}, \quad (47)$$

где x_k^* - мольная доля C_3H_3N в абсорбенте, равновесная с начальной концентрацией C_3H_3N в газовой фазе, $\frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}$; определяется по выражению:

$$x_k^* = \frac{y_n \cdot P}{K}, \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}, \quad (48)$$

где K - коэффициент Генри для водных растворов. Для водного раствора C_3H_3N при $t = 21^\circ \text{C}$ коэффициент Генри $K = 2410 \text{ мм. рт. ст.} = 321,253 \text{ кПа}$;

P - давление абсорбции = 141,5 кПа.

Сначала определяем равновесную мольную долю C_3H_3N в абсорбенте по формуле (48):

$$x_k^* = \frac{0,0064 \cdot 141,5}{321,253} = 0,00282 \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}.$$

Затем определяем конечную равновесную концентрацию C_3H_3N в абсорбенте по формуле (47):

$$\overline{X}_\kappa^* = \frac{53,06 \cdot 0,00282}{18 \cdot (1 - 0,00282)} = 8,34 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O}.$$

И наконец определяем расход абсорбента по выражению (46):

$$L = \frac{0,08 \cdot 1,2}{8,34 \cdot 10^{-3}} = 11,51 \text{ (кг/с)}.$$

Действительная концентрация C_3H_3N в абсорбенте на выходе из абсорбера определяется по формуле:

$$\overline{X}_\kappa = \frac{G_{C_3H_3N}}{L}. \quad (49)$$

Тогда действительная концентрация C_3H_3N в абсорбенте на выходе из абсорбера составит:

$$\overline{X}_\kappa = \frac{0,08}{11,51} = 0,00695 \frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O}.$$

Рабочая скорость газа в абсорбере $w = 0,36 \text{ м/с}$.

Расход смеси при рабочих условиях определяется по формуле:

$$V' = V \frac{P_0 T}{P T_0}; \quad (50)$$

где $P_0 = 101300 \text{ Па}$, $T_0 = 273 \text{ К}$.

$$V' = 5,61 \cdot \frac{101,3 \cdot 252,15}{141,5 \cdot 273} = 3,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Диаметр абсорбера определяется по формуле:

$$D'_k = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\pi \cdot w}}, \text{ (м)} \quad (51)$$

$$D'_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,7}{3,14 \cdot 0,36}} = 3,6 \text{ (м)}.$$

По каталогу Тимонина принимаем стандартную колонну диаметром $D_k = 3000 \text{ мм}$.

Действительная скорость потока газа определяется по выражению:

$$w_\partial = \left(\frac{D'_k}{D_k} \right)^2 \cdot w, \quad (52)$$

$$w_\partial = \left(\frac{3,6}{3} \right)^2 \cdot 0,36 = 0,51 \text{ (м/с)}.$$

Движущая сила процесса внизу колонны определяется по формуле:

$$\Delta P_n = P_n^{C_3H_3N} - P_n^{*C_3H_3N}, \quad (53)$$

где $P_n^{C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N на входе в абсорбер;

$P_n^{*C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N в газе, равновесном с жидкостью, вытекающей из абсорбера.

Парциальное давление C_3H_3N на входе в абсорбер определяется по формуле:

$$P_n^{C_3H_3N} = y_n \cdot P; \quad (54)$$

$$P_n^{C_3H_3N} = 0,0064 \cdot 141,5 = 0,9 \text{ кПа.}$$

Конечная концентрация C_3H_3N в жидкости, выраженная в мольных долях, определяется по выражению:

$$x_k = \frac{\frac{\overline{X_k}}{M_{C_3H_3N}}}{\frac{\overline{X_k}}{M_{C_3H_3N}} + \frac{1}{M_{H_2O}}}, \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}; \quad (55)$$

$$x_k = \frac{\frac{0,00695}{53,06}}{\frac{0,00695}{53,06} + \frac{1}{18}} = 0,00233 \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}.$$

Парциальное давление C_3H_3N в газе, равновесном с жидкостью, вытекающей из абсорбера, определяется по формуле:

$$P_n^{*C_3H_3N} = K \cdot x_k; \quad (56)$$

$$P_n^{*C_3H_3N} = 321,253 \cdot 0,00233 = 0,75 \text{ кПа.}$$

Тогда движущая сила внизу колонны составит

$$\Delta P_n = 0,90 - 0,75 = 0,15 \text{ кПа.}$$

Движущая сила процесса вверху колонны определяется по формуле:

$$\Delta P_{\epsilon} = P_{\epsilon}^{C_3H_3N} - P_{\epsilon}^{*C_3H_3N}, \quad (57)$$

где $P_{\epsilon}^{C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N в газе, выходящем вверху из абсорбера;

$P_{\epsilon}^{*C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N в равновесном с водой газе ($P_{\epsilon}^{*C_3H_3N} = 0$).

Парциальное давление C_3H_3N в газе, выходящем вверху из абсорбера, определяется по выражению:

$$P_{\epsilon}^{C_3H_3N} = y_{\kappa} \cdot P; \quad (58)$$

$$P_{\epsilon}^{C_3H_3N} = 0,0001 \cdot 141,5 = 0,01415 \text{ кПа.}$$

Движущая сила процесса абсорбции на верху колонны:

$$\Delta P_{\epsilon} = 0,014 - 0 = 0,014 \text{ кПа.}$$

Средняя движущая сила абсорбции:

$$\Delta P_{cp} = \frac{\Delta P_{\kappa} - \Delta P_{\epsilon}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta P_{\kappa}}{\Delta P_{\epsilon}}}, \quad (59)$$

$$\Delta P_{cp} = \frac{0,9 - 0,014}{2,3 \cdot \lg \frac{0,9}{0,014}} = 0,21 \text{ кПа.}$$

Высота насадки находится по формуле:

$$H_{\kappa} = \frac{G_{C_3H_3N}}{M_{C_3H_3N} \cdot S_K \cdot \sigma \cdot K_{\Delta P} \cdot \Delta P_{cp}}, \quad (60)$$

где S_K - площадь поперечного сечения колонны, м^2 , рассчитывается по формуле:

$$S_K = 0,785 \cdot D_K^2, \quad (61)$$

$$S_K = 0,785 \cdot 3^2 = 7,1;$$

σ - удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{м}^3$ ($\sigma = 204 \text{ м}^2/\text{м}^3$);

$$K_{\Delta P} - \text{коэффициент массопередачи, } \frac{\text{кмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кПа}} \quad (K_{\Delta P} = 0,48 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кПа}}).$$

$$H_n = \frac{0,08}{53,06 \cdot 7,1 \cdot 204 \cdot 0,21 \cdot 0,48 \cdot 10^{-6}} = 10,3 \text{ (м)}.$$

Высоту колонны в целом определяем по формуле:

$$H_K = H_n + h_n + h_{\text{в}} + \left(\frac{H_n}{3 \cdot D_K} - 1 \right) \cdot h_p, \quad (62)$$

где $h_n = 2,0$ - высота нижней части колонны, м;

$h_{\text{в}} = 1,4$ - высота верхней части колонны, м;

$\left(\frac{H_n}{3 \cdot D_K} - 1 \right)$ - число разрывов между насадкой, шт;

$h_p = 0,4$ - высота разрыва, м.

$$H_K = 10,3 + 2,0 + 1,4 + \left(\frac{10,3}{3 \cdot 3} - 1 \right) \cdot 0,4 = 13,8 \text{ (м)}.$$

6 Расчет рассеивания от организованного источника (после мероприятия)

Произведем расчет рассеивания загрязняющих веществ от организованного источника после внедрения очистной установки.

Степень очистки газа АБХУ от акрилонитрила и бутадиена – 90%.

1) Цех 9б. Сушильный агрегат №5.

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,001908 г/с, нитрил акриловой кислоты – 0,031647 г/с. Тогда максимальное значение приземной концентрации составит:

$$c_m(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,001908 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,000283 \text{ (мг/м}^3\text{)}.$$

$$c_m(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,031647 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,004743 \text{ (мг/м}^3\text{)},$$

$$\text{Дивинил: ПДК} \frac{0,0029 + 0,423}{3} = 0,1$$

$$\text{Акрилонитрил:} \frac{0,0545 + 0,0012}{0,03} = 1,86 \text{ ПДК}$$

Концентрация вредных веществ на границе жилой застройки (400 м):

$$c = 0,61 \cdot 0,004743 = 0,002893 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,61 \cdot 0,000283 = 0,000172 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

На границе санитарно-защитной зоны (100 м):

$$c = 1 \cdot 0,004743 = 0,004743 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 1 \cdot 0,000283 = 0,000283 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

2) Цех 9б. Сушильный агрегат №6.

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,00133 г/с;
нитрилакриловая кислота – 0,020001 г/с.

$$c_{\text{м}}(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,00133 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,000199 \text{ (мг/м}^3\text{)},$$

$$c_{\text{м}}(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,020001 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,002997 \text{ (мг/м}^3\text{)}.$$

Концентрация вредных веществ на границе жилой застройки (400 м):

$$c = 0,61 \cdot 0,000199 = 0,00012139 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 0,61 \cdot 0,002997 = 0,0018282 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

На границе санитарно-защитной зоны (100 м):

$$c = 1 \cdot 0,000199 = 0,000199 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 1 \cdot 0,002997 = 0,002997 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК.}$$

3) Цех 9б. Виброконвейер агрегата №5.

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,001465 г/с; нитрилакриловая кислота – 0,000077 г/с.

$$c_{\text{м}}(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,001465 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,00022 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_{\text{м}}(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,000077 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,000012 (\text{мг/м}^3).$$

Концентрация вредных веществ на границе жилой застройки (400 м):

$$c = 0,61 \cdot 0,00022 = 0,0001342 (\text{мг/м}^3) \text{ или } 0,1 \text{ ПДК},$$

$$c = 0,61 \cdot 0,000012 = 0,00000732 (\text{мг/м}^3) \text{ или } 0,04 \text{ ПДК}.$$

На границе санитарно-защитной зоны (100 м):

$$c = 1 \cdot 0,00022 = 0,00022 (\text{мг/м}^3) \text{ или } 0,1 \text{ ПДК},$$

$$c = 1 \cdot 0,000012 = 0,000012 (\text{мг/м}^3) \text{ или } 0,04 \text{ ПДК}.$$

4) Цех 9б. Брикетировочные пресса агрегата №5.

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,000141 г/с; нитрилакриловая кислота – 0,000028 г/с.

$$c_{\text{м}}(C_4H_6) = \frac{200 \cdot 0,000141 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,00021 (\text{мг/м}^3),$$

$$c_{\text{м}}(C_3H_3N) = \frac{200 \cdot 0,000028 \cdot 1 \cdot 2,09 \cdot 1}{(19)^{4/3}} \cdot 0,018 = 0,0000042 (\text{мг/м}^3).$$

Концентрация вредных веществ на границе жилой застройки (400 м):

$$c = 0,61 \cdot 0,00021 = 0,0001281 (\text{мг/м}^3) \text{ или } 0,1 \text{ ПДК},$$

$$c = 0,61 \cdot 0,0000042 = 0,000002562 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,04 \text{ ПДК.}$$

На границе санитарно-защитной зоны (100 м):

$$c = 1 \cdot 0,00021 = 0,00021 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,1 \text{ ПДК,}$$

$$c = 1 \cdot 0,0000042 = 0,0000042 \text{ (мг/м}^3\text{)} \text{ или } 0,04 \text{ ПДК.}$$

Расчеты рассеивания от организованных источников выполнены в соответствии с нормативными документами Госкомгидромета «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86), Л., Гидрометеиздат, 1987 г. [7].

7 Нормативно-правовое обоснование

На рассматриваемом предприятии по производству синтетического каучука предлагается система снижения выбросов, которая соответствует законодательно-нормативной документации Российской Федерации.

К законодательной документации относятся:

Федеральный закон «Об охране окружающей природной среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение природных ресурсов, благоприятной окружающей среды и биологического разнообразия в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности [8].

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Нормативы и нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды.

Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ.

Настоящий Федеральный закон устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных.

Задачами природоохранного законодательства РФ являются регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения природных богатств и естественной среды обитания человека, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, оздоровления и улучшения качества окружающей среды, укрепления законности и правопорядка в интересах настоящего и будущего поколений людей.

Задачами законодательства РФ об охране атмосферного воздуха являются:

- регулирование общественных отношений в этой области в целях сохранения в чистоте и улучшения состояния атмосферного воздуха;
- предотвращение и снижение вредных химических, физических, биологических и иных воздействий на атмосферу, вызывающих неблагоприятные последствия для населения, народного хозяйства страны, растительного и животного мира;
- укрепление законности в области охраны атмосферного воздуха.

Законодательство РФ об охране атмосферного воздуха состоит из Закона и других актов законодательства РФ об охране атмосферного воздуха. В соответствии с этим Законом в области регулирования отношений по охране атмосферного воздуха ведению РФ подлежат:

- 1) Определение общих мероприятий и установление основных положений в области охраны атмосферного воздуха;
- 2) Разработка и утверждение общероссийских планов по охране атмос-

ферного воздуха;

3) Установление нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и уровней вредных воздействий на него;

4) Установление порядков разработки и утверждения нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также нормативов предельно допустимых вредных физических воздействий на него;

5) Установление единой для РФ системы государственного учета вредных воздействий на атмосферный воздух;

6) Государственный контроль над охраной атмосферного воздуха и установление порядка его осуществления [9].

Защита воздушного бассейна регламентируется предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе, предельно допустимыми выбросами (ПДВ) вредных веществ и временно согласованными выбросами (ВСВ) от источников загрязнения. С целью нормирования содержания примесей в атмосферном воздухе населенных пунктов Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены нормативные концентрации вредных веществ в виде среднесуточных и максимально разовых ПДК.

Расчет величин нормативов ПДВ производится на основании рекомендаций, данных в «Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД – 86», Гидрометеиздат, 1987 год.

ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы, действующем на предприятии при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников с учетом перспективы развития, не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК.

Если значения ПДВ по ряду объективных причин не могут быть достигнуты на предприятии, то в этом случае вводится поэтапное снижение

выбросов загрязняющих веществ до значений, обеспечивающих соблюдение ПДВ.

Нормативы ПДВ устанавливают соответственно на срок до пяти лет и подлежат пересмотру (переутверждению) или уточнению по планам-графикам, согласованными с местными органами Госкомприроды РФ.

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками формирования производственных вредностей, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, концентрации объектов на ограниченной территории, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на окружающую среду и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов, устанавливаются минимальные размеры санитарно-защитных зон.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] : постановление от 25.09.2007 N 74 ред. от 25.04.2014

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками формирования производственных вредностей, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, концентрации объектов на ограниченной территории, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на окружающую среду и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов, устанавливаются минимальные размеры санитарно-защитных зон.

Рассматриваемый завод относится к предприятиям первого класса опасности и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 имеет санитарно-защитную зону 1000м. Для рядом расположенного предприятия разработан пакет научной документации, который включает проект сокращения границы санитарно-защитной зоны до 100 метров [12].

«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ.

Настоящий Федеральный закон направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается посредством:

- профилактики заболеваний в соответствии с санитарно-эпидемиологической обстановкой и прогнозом ее изменения;
- контроля за выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий и обязательным соблюдением гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами санитарных правил как составной части осуществляемой ими деятельности;
- создания экономической заинтересованности граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц в соблюдении законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- государственного санитарно-эпидемиологического нормирования;
- государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- сертификации продукции, работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для человека;
- лицензирования видов деятельности, представляющих потенциальную опасность для человека;
- государственной регистрации потенциально опасных для человека хи-

мических и биологических веществ, отдельных видов продукции, радиоактивных веществ, отходов производства и потребления, а также впервые ввозимых на территорию Российской Федерации отдельных видов продукции;

- проведения социально-гигиенического мониторинга [10].

Нормативы предельно допустимых выбросов устанавливаются с учетом производственных мощностей объекта, данных о наличии ого эффекта и иных вредных последствий по каждому источнику загрязнений, показателей качества окружающей среды. Проекты предельно допустимых выбросов самими предприятиями. Конкретному источнику загрязнений предельно допустимые выбросы устанавливают органы Госкомэкологии РФ, бассейновые и другие территориальные органы министерства природных ресурсов РФ, другие специально уполномоченные органы в области охраны окружающей среды, органы государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения РФ.

Нормативные объемы выбросов источниками загрязнений устанавливаются в виде предельно допустимых или временно согласованных выбросов (лимитов). В отношении последних указываются этапы и сроки допустимых нормативов – предельно допустимых выбросов. В соответствии с установленными нормативами предельно допустимых выбросов предприятиям, учреждениям, организациям выдается разрешение на выброс. Нарушение установленных нормативов предельно допустимых выбросов и других требований охраны окружающей среды, предусмотренных разрешением на выброс, влечет ограничение, приостановление, прекращение выбросов вплоть до приостановления, прекращения деятельности предприятия.

Установление порядка разработки и утверждения нормативов предельно допустимых концентраций относится ведению органов государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения РФ (гигиенический норматив). Нормативы качества окружающей среды являются едиными для всей территории РФ. С учетом природно-климатических особенностей, а также повышенной социальной ценности отдельных

территорий для них могут быть установлены отражающие особые условия нормативы предельно допустимых концентраций.

Предельно допустимая концентрация является показателем, который определяет соответствие состояния природной среды установленным гигиеническим и экологическим требованиям. Ими руководствуются при планировании развития территорий, принятии хозяйственных решений, проведении природоохранных мероприятий и экологического контроля. При нарушении требований нормативов предельно допустимых концентраций деятельность источника вредного воздействия может быть ограничена, приостановлена или прекращена по предписанию органов государственной санитарно–эпидемиологической службы РФ или государственных органов в области охраны окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2011 году», опубликованном на официальном сайте Минприроды России в феврале 2012 года, на основании представленных субъектами РФ данных был составлен перечень 100 самых загрязненных городов с численностью населения 100 тыс. и более человек. В указанном списке населенный пункт, в котором расположен завод по производству каучука занял третье место по комплексному индексу загрязнения атмосферы (ИЗА-5 - 23,8). До этого город в течение ряда лет Росгидрометом РФ включался в приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы.

В настоящей работе были рассмотрены основные цеха по производству синтетического каучука. Расчет рассеивания до и после мероприятия показал, что на заводе синтетического каучука использовано оборудование для выпуска каучука, которое не удовлетворяет экологическим требованиям.

Были выявлены превышения по акрилонитрилу в цехе 9б. Так как нитрил акриловой кислоты является токсичным веществом, то необходимо принимать меры по снижению его концентрации.

В связи с этим предприятию было предложено использовать абсорбционно-биохимическую очистку газа, которая сочетает преимущества абсорбционной очистки и биологической нейтрализации вредных компонентов. Степень очистки данного аппарата от акрилонитрила – 90%.

При внедрении абсорбционно-биохимической установки вредные компоненты минерализуются до CO_2 , H_2O , свободного азота и др. природных аналогов с помощью специального штамма микроорганизмов. Жизнедеятельность микроорганизмов поддерживается с помощью биологических добавок, которые предоставляются изготовителем данного аппарата. Еще одним преимуществом является замкнутый цикл работы данной установки, т.е. сточных вод не образуется. В качестве абсорбента используется техническая вода.

Расчет рассеивания загрязняющих веществ показал, что после внедрения

абсорбционно-биохимической установки, концентрация акрилонитрила уменьшается в долях ПДК на границе санитарно-защитной зоны (100 м) - от 1,86 до 0,1, на границе жилой застройки (400 м) - от 1,15 до 0,1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Башкатов, Т. В. Технология синтетических каучуков : учебник для техникумов / Т. В. Башкатов, Я. Л. Жигалин. - Л. : Химия, 1987. – 360 с.
2. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты газоочистки : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. – 201 с.
3. Комонов, С. В. Нормативно-правовая база. Перечень природоохранных документов : методические указания для выполнения выпускной квалификационной работы / С. В. Комонов. – Красноярск : ИПК СФУ. – 2013. – 68 с.
4. Кирпичников, П. А. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука : учеб. пособие для вузов / П. А. Кирпичников, В. В. Береснев, Л. М. Попова. – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986. – 224 с.
5. Кулагина, Т. А. Теоретические основы защиты окружающей среды : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Т. А. Кулагина. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2003. – 332 с.
6. Ликумович, А. Г. Технология мономеров для синтетических каучуков общего назначения : учебное пособие / Р. А. Ахмедьянова, Г. Р. Котельников. – Санкт-Петербург : Профессия, 2016. – 214 с.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86 – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987.
8. Швыдский, В. С. Очистка газов : справочное издание / В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетика, 2002. – 502 с.
9. Швыдский, В. С. Очистка газов : справочное издание / В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетика, 2002. – 502 с.
10. Процессы и аппараты химических и биохимических технологий : учеб. пособие для студентов химических специальностей вузов / Б. Д. Левин, Л. И. Ченцова, М. Н. Шайхутдинова, В. М. Ушанова ; под общ. ред. д-ра. хим.

наук С. М. Репяха. – Красноярск : Сибирский государственный технологический университет, 2002. – 430 с.

11. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 41 с.

12. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : издание 2-е, переработанное и дополненное. Справочник / А. С. Тимонин. – Калуга : издательство Н. Бочкаревой, 2002. - 846 с.

13. Химия и технология синтетического каучука : учебное пособие для вузов / Л. А. Аверко-Антонович, Ю. О. Аверко-Антонович, И. М. Давлетбаева, П. А. Кирпичников. – М : 2007. – 357 с.

Электронные ресурсы

14. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : федер. Закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ ред. от 13.07.2015 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

15. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : федер. закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ ред. от 13.07.2015 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

16. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : федер. закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

17. О введении в действие ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : постановление от 30.05.2003 № 114 ред. от 30.08.2016 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

18. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] : постановление от 25.09.2007 N 74 ред. от 25.04.2014 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

19. О введении в действие Санитарных правил (вместе с "СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01. 2.2.1/2.1.1. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Электронный ресурс] : постановление от 17.05.2001 N 15 ред. от 10.04.2003 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

20. Приказ Министерства Природных ресурсов РФ от 18 июля 2014 г. № 445 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.